

Ergebnisbericht

(gemäß Nr. 14.1 ANBest-IF)

Konsortialführung:	Universitätsklinikum Heidelberg
Förderkennzeichen:	01VSF16052
Akronym:	Dent@Prevent
Projekttitel:	Implementierung von Routinedaten & PROMS in die evidenzinformierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung
Autoren:	Prof. Dr. Dr. Stefan Listl, Dr. Olivier Kalmus, Dr. Ingrid Schubert, Dr. Katja Blaschke, Max Seitz
Förderzeitraum:	1. Mai 2017 – 30. April 2020

1. Zusammenfassung.....	2
2. Beteiligte Projektpartner	3
3. Einleitung	3
4. Projektdurchführung	6
5. Methodik:	9
6. Projektergebnisse und Schlussfolgerungen.....	13
7. Beitrag für die Weiterentwicklung der GKV-Versorgung und Fortführung nach Ende der Förderung.....	24
8. Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen	25
9. Anlagen.....	27

Sofern in diesem Bericht das generische Maskulinum verwendet wird, sind dabei weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage zutreffend ist.

1. Zusammenfassung

Video über Ziele und Ergebnisse des Projekts: siehe www.oralsystemicintegration.com

Hintergrund: Trotz umfangreicher Evidenz für Zusammenhänge zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen, findet eine integrierte Versorgung an der Schnittstelle Zahn- und Humanmedizin bislang nur in sehr geringem Umfang statt. Vor diesem Hintergrund hatte Dent@Prevent das Ziel, die Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Zahnärzten zu verbessern.

Methodik: Mittels systematischer Literaturrecherche wurde die Evidenz zu Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen inventarisiert und hinsichtlich ihrer Relevanz im Versorgungskontext priorisiert. In Fokusgruppen mit Patienten, Haus- und Zahnärzten wurden die Bedürfnisse und Präferenzen für eine verbesserte integrierte Versorgung an der Schnittstelle zwischen Human- und Zahnmedizin präzisiert. In Routinedatenanalysen wurden Zusammenhänge zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankung sowie entsprechender Inanspruchnahme (zahn-)medizinischer Leistungen untersucht. Auf Grundlage einer Software Requirements Specification wurde ein prototypisches Entscheidungsunterstützungssystem (Decision Support System (DSS)) entwickelt. Das DSS implementiert Algorithmen für Behandlungspfade einer integrierten Versorgung von Patienten mit Diabetes und Parodontitis auf Zahn- und Allgemeinmedizinischer Seite. Integraler Bestandteil ist eine mobile Applikation (iOS und Android) zur Erhebung von interdisziplinär relevanten patientenberichteten Informationen (PROs). Die Inhalte der App wurden mittels eines Scoping Review und einer online-basierten Delphi-Methodik bestimmt. Die Nutzbarkeit der App wurde in zwei Hausarztpraxen und einer Zahnarztpraxis evaluiert. Zudem wurde die klinische Validität eines Instruments zur Selbsteinschätzung des Parodontitis-Risikos (= Parodontitis-Risiko-Score) geprüft. Der Einfluss des prototypischen DSS auf das (zahn-)ärztliche Entscheidungsverhalten wurde schließlich in einer online-basierten Fall-Vignetten-Studie getestet. Dabei wurden klinische Fälle mit unterschiedlicher Komplexität simuliert und die Behandlungsentscheidungen von Ärzten bzw. Zahnärzten mit bzw. ohne DSS-Unterstützung evaluiert.

Ergebnisse: Die systematische Literaturrecherche identifizierte umfangreiche Evidenz für Zusammenhänge zwischen Parodontitis und Diabetes, sowie zahlreiche Hinweise für weitere Zusammenhänge. Auch die Ergebnisse der Fokusgruppen verdeutlichten die Relevanz einer verbesserten Versorgung von Patienten mit Diabetes und/oder Parodontitis. Die Routinedatenanalysen zeigten, dass Patienten ohne Parodontitis-Behandlung häufiger an Diabetes, koronarer Herzerkrankung und Schlaganfall litten. Zudem zeigte sich bei Diabetespatienten eine (nicht statistisch signifikante) Tendenz zu geringeren Versorgungskosten bei dokumentierter Parodontitis-Behandlung. Die Nutzbarkeit der mobilen App wurde durch Patienten in Arzt- und Zahnarztpraxen positiv bewertet. Der Parodontitis-Risiko-Score erwies sich als valides Instrument zum Screening für Parodontitis-Risiko. Die Resultate der online-basierten Fall-Vignetten Studie zeigen, dass Ärzte mit DSS-Unterstützung signifikant häufiger einen Zahnarztbesuch für Patienten mit Diabetes und Hinweis auf erhöhtes Parodontitis-Risiko empfehlen, als ohne DSS-Unterstützung. Zahnärzte mit DSS-Unterstützung empfahlen signifikant häufiger einen Besuch beim Allgemeinarzt für Patienten mit Parodontitis und Hinweis auf erhöhtes Diabetes-Risiko.

Diskussion: Die Ergebnisse aus Dent@Prevent untermauern die Relevanz integrierter Versorgung an der Schnittstelle von Human- und Zahnmedizin. Die Ergebnisse belegen insbesondere das Potential elektronischer Entscheidungsunterstützung zur Förderung der integrierten Versorgung von Diabetes und Parodontitis. Das prototypische DSS und die mobile App aus Dent@Prevent bieten innovatives Potential zur Weiterentwicklung und Implementierung im Versorgungsalltag.

2. Beteiligte Projektpartner

Einrichtung	Institut	Projektleitung	Verantwortlichkeit
Uniklinikum Heidelberg	Sektion Translational-Gesundheitsökonomie	Prof. Dr. Dr. Stefan Listl, Olivier Kalmus (Ansprechpartner)	<u>Konsortialführung</u> Projektleitung/Konsortialführung, Reviews, Koordination Delphi & Fokusgruppen, Pilotierung von Software-Komponenten, Dateninterpretation, Wissenstransfer
Radboudumc	Lehrstuhl für Qualitätsförderung in der Zahnmedizin	Prof. Dr. Dr. Stefan Listl, Dr. Kirsten Smits (Ansprechpartnerin)	<u>Konsortialpartner</u> Koordination Delphi & Fokusgruppen, Pilotierung von Software-Komponenten
Universität zu Köln	Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik (IMSB)	Prof. Dr. Martin Hellmich	<u>Konsortialpartner</u> Biometrische Beratung, Projektbegleitung
Universität zu Köln	PMV forschungsgruppe	Dr. Ingrid Schubert, Katja Blaschke (Ansprechpartnerin) Peter Ihle	<u>Konsortialpartner</u> Datenaufbereitung/Routinedatenanalysen AP 3/-konzeptionelle Begleitung und Beratung
Universitätsklinikum Heidelberg	Institute für Medizinische Biometrie und Informatik	Prof. Dr. Petra Knaup-Gregori	<u>Konsortialführung</u> Entwicklung und Pilotierung von Software-Komponenten
InGef - Institut für angewandte Gesundheitsforschung, Berlin	InGef - Institut für angewandte Gesundheitsforschung, Berlin	Dr. Jochen Walker	<u>Konsortialpartner</u> Konzeptionelle Begleitung, Information zu Daten, Translation
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg	Institut für Sozialmedizin und Gesundheitssystemforschung	Prof. em. Dr. Bernd-Peter Robra	<u>Kooperationspartner</u> Experte für Fallvignetten

3. Einleitung

Ausgangslage

Umfangreiche empirische Evidenz weist auf einen bestehenden Zusammenhang zwischen Zahnerkrankungen (insbesondere Parodontitis) und verschiedenen weiteren chronischen Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall, hin (1). Jedoch wird der gemeinsamen Betrachtung des allgemeinen Gesundheitszustandes und der Mundgesundheit in Deutschland bislang nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet (2, 3). Es gibt Hinweise, dass Zahnmediziner, hausärztlich oder anderweitig tätige Arztgruppen diese Zusammenhänge nicht ausreichend mit ihren Patienten kommunizieren und der Austausch

zwischen den Arztgruppen beschränkt ist (2, 3). Eine intensivere intersektorale Zusammenarbeit von Human- und Zahnmedizin könnte daher zu einer verbesserten Qualität und Ressourcen-Allokation in der Versorgung führen. Das Dent@Prevent Projekt setzte an diesem Punkt an mit dem Ziel, ein Modell für ein interdisziplinäres (zahn-)ärztliches Entscheidungsunterstützungssystem (Decision Support Systems (DSS)) zu entwickeln. Im Sinne einer evidenzbasierten und Endnutzer-orientierten Entwicklung sollten die Sichtweisen der relevanten Stakeholder (Patienten, Ärzte, Zahnärzte), Informationen aus Routinedaten der gesetzlichen Krankenkassen (GKV), patientenberichtete Informationen (PROs via Smartphone-App) sowie die beste verfügbare wissenschaftliche Evidenz für die Entwicklung des DSS maßgeblich sein.

Ziele und Fragestellungen des Projektes

Die primäre Arbeitshypothese von Dent@Prevent lautet: *"Die Implementierung von aktuellem Wissen, Routinedaten und patientenzentrierten Outcomes (PROs) in ein integratives elektronisches Informationssystem eignet sich zur Förderung der evidenz-informierten, intersektoralen und patienten-zentrierten Zusammenarbeit."* Folgende Fragestellungen waren für das Projekt leitend:

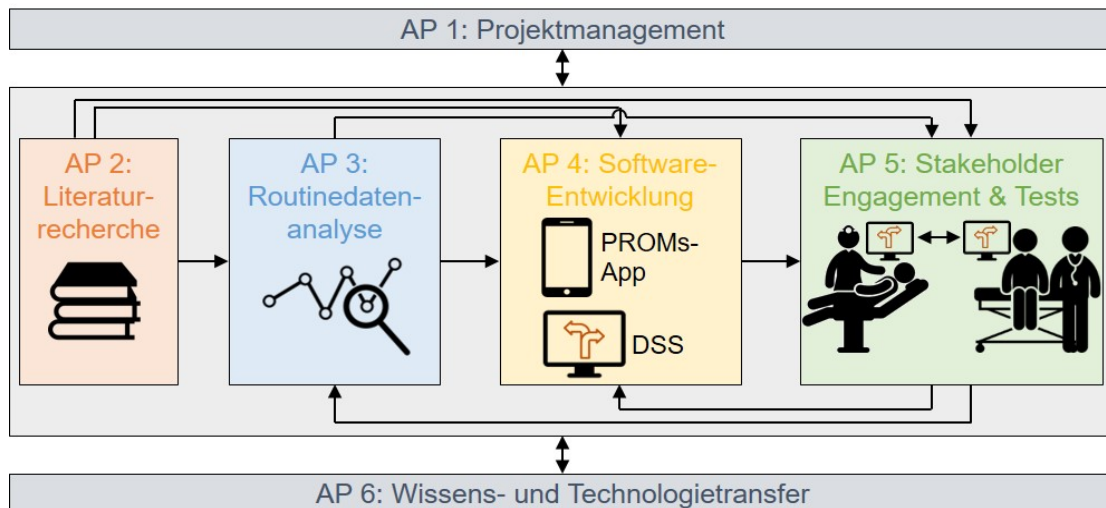
- Lassen sich in der Literatur und mittels Routinedaten statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen verifizieren bzw. präzisieren (Fokus auf Identifikation von Kausalzusammenhängen)?
- Lassen sich versorgungsrelevante Informationen darüber, wie Patienten mit chronischen Erkrankungen ihren Zahn- und allgemeinen Gesundheitszustand bewerten, mittels einer Smartphone-Applikation erheben? Wie bewerten die Patienten ihre Mundgesundheit, wie ihren allgemeinen Gesundheitszustand? Wie verlässlich sind solche subjektiven Informationen zum Gesundheitsstatus (PROs)?
- Ist die Etablierung und Implementierung eines elektronischen Decision Support Systems (DSS) realisierbar, welches Informationen aus Routinedaten, patientenberichteten Informationen (PROs via Smartphone-App) sowie bester verfügbarer wissenschaftlicher Evidenz integriert und so die Entscheidungsfindung hinsichtlich der evidenz-informierten, patienten-zentrierten und interdisziplinären Versorgung unterstützt? Welche Voraussetzungen müssen für einen Praxistransfer erfüllt sein?

Projektstruktur

Ergebnis des Vorhabens ist ein Modell für ein interdisziplinäres (zahn-)ärztliches Entscheidungsunterstützungssystem, das auf wissenschaftlicher Evidenz sowie Patientenangaben

beruht und im Rahmen des Projektes hinsichtlich Machbarkeit erprobt wird. Die nachstehende Übersicht (Abbildung 1) zeigt die Arbeitspakete und ihre inhaltliche Verbindung untereinander.

Abbildung 1: Interaktionen zwischen den Dent@Prevent Arbeitspaketen (APs)



Icons made by Freepik from www.flaticon.com

Zusammenarbeit der Konsortialpartner

Durch die Arbeitspakete waren die Verantwortlichkeiten und die Zusammenarbeit festgelegt. Zur internen Abstimmung fanden neben einem Kick-off-Meeting am 12.05.2017 in Karlsruhe wöchentliche Telefonkonferenzen (Team der Konsortialführung), regelmäßige monatliche Telefonkonferenzen (Gesamtkonsortium), zwei Präsenztreffen (Heidelberg, Köln; mit allen Projektbeteiligten), sowie bei Bedarf zusätzliche interne Treffen (auch per Videokonferenz) zwischen einzelnen Projektpartnern statt.

4. Projektdurchführung

AP 1: Projektmanagement

Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Kick-Off-Meeting am 12.05.2017 in Karlsruhe (Akademie für Zahnärztliche Fortbildung)
- Weiterleitungsverträge wurden geschlossen mit: Universität zu Köln (PMV Forschungsgruppe, IMSIE), und der InGeF GmbH und Radboudumc
- Monitoring bzgl. Stellenausschreibungen und Stellenbesetzungen entsprechend bewilligter Projektmittel
- Vierteljährliche Berichterstattung und Mittelverwaltung entsprechend den Vorgaben des Projektträgers
- Verwaltung/Archivierung projektrelevanter Dokumente/Daten mittels projektspezifischer Intranet-Plattform (auf Basis von Alfresco)
- Regelmäßige Videokonferenzen mit allen am Projekt Beteiligten
- Seitens der Projektleitung (UK Heidelberg) erfolgten wöchentliche Teambesprechungen hinsichtlich Projektmanagement und Projektdurchführung
- Planung und Durchführung der jährlich stattfindenden Konsortialtreffen
- Planung und Durchführung des Final Meetings (infolge COVID-19 als Zoom-Webinar)
- Erstellung von Ergebnis- und Schlussbericht
- Kommunikation mit Projektträger

AP 2: Literaturrecherche

Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Umbrella Review zu Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen und Zahnerkrankungen
- Scoping-Review zu patientenzentrierten Parametern (PROs)

AP 3: Routinedatenanalysen

Dieses Arbeitspaket hat sich zu Beginn mit der Fragestellung befasst, ob sich mittels Routinedaten der GKV statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronisch-systemischen Erkrankungen präzisieren lassen. Da im Gegensatz zu anderen chronisch-systemischen Erkrankungen (4) für die Operationalisierung von dentalen Erkrankungen mittels Routinedaten kein standardisiertes Vorgehen bekannt war, wurde als Übersicht zu bestehenden methodischen Ansätzen in diesem Bereich eine Scoping Studie durchgeführt (s. hierzu (5)). Anschließend wurden auf der Basis von GKV-Routinedaten die nachstehenden Fragestellungen bearbeitet:

- (1) Morbiditäts- und Inanspruchnahme-Profile von Patienten mit/ohne chronisch-systemischen Erkrankungen und mit/ohne Zahnarztkontakt sowie
- (2) Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischer Versorgung und chronisch-systemischen Erkrankungen (Fokus auf Identifikation von Kausalzusammenhängen). Hintergrund ist ein in verschiedenen Studien aufgezeigter negativer Einfluss einer Parodontalerkrankung auf den Verlauf der Diabeteserkrankung, der sich in höheren Kosten äußern kann, sowie umgekehrt ein höheres Risiko für Parodontalerkrankungen bei Diabetespatienten.

AP 4: Software-Entwicklung

Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Nutzerorientierte Entwicklung und Evaluation einer mobilen Patienten-Applikation zur Erhebung patientenberichteter Information.
- Entwicklung eines DSS-Algorithmus zur Unterstützung bei der Behandlung von Patienten mit Parodontitis bzw. Diabetes.
- Entwicklung eines webbasierten DSS-Prototyps.

AP 5: Stakeholder-Engagement & Tests

Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Fokusgruppen mit: (i) Ärzten; (ii) Zahnärzten; (iii) Experten für Zusammenhänge zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen (für methodische Umsetzung siehe unten).
- Transkription der Fokusgruppendifkussionen und darauf basierende qualitative Inhaltsanalyse.
- Fokusgruppe mit Patienten & Online-Delphi bzgl. PRO-Inhalten der Patienten-App (zusammen mit AP4) & Pilotierung der App in Hausarzt- und Zahnarztpraxen (in Zusammenarbeit mit AP4).
- Klinische Validierung des Parodontitis-Risiko-Scores.
- Simulations-Tests des DSS zusammen mit Ärzten und Zahnärzten.

AP6: Wissens- und Technologietransfer

Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Erstellung/Aktualisierung der Projekthomepage: www.oralssystemicintegration.com
- Pflege von Einträgen in Projektdatenbanken (siehe auch Punkt 4 unten)
- Publikationen
- Präsentationen auf Fachtagungen

- Erstellung eines Image-Videos, das die Projektentwicklungen und -ergebnisse zum Projektende öffentlichkeitswirksam darstellt: siehe www.oralsystemicintegration.com
- Netzwerkpflege: u.a. Austausch mit Kollegen der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie und der Harvard University (Harvard School of Dental Medicine)
- Einladung relevanter Stakeholder zu den Konsortialtreffen
- Erfindungsmeldung und Eintrag von Patienten-App und DSS als Erfindung am Universitätsklinikum Heidelberg
- Durchführung eines Transfer- bzw. Stakeholder-Workshops zu Projektende („Final Meeting“). Aufgrund COVID-19 konnte der Workshop nur in Form eines Zoom Webinar am 25. März 2020 stattfinden (zeitlich verkürzt, ca. 35 Teilnehmer). Zentrales Ziel der Veranstaltung war die Vorstellung der zentralen Projektergebnisse der einzelnen Arbeitspakete, sowie eine Diskussion zur weiteren Nutzung und Implementierung der Ergebnisse. Von Interesse waren hierbei insbesondere die Rückmeldungen der Akteure sowie der internationalen Experten (s. hierzu weiter unten im Abschnitt Ergebnis, Zu den Vorträgen s. Abschnitt 8). Zusätzlich erfolgten kurzfristig ergänzende Videokonferenzen und Telefonate mit einzelnen Experten und Medizinsoftware-Herstellern. Aufgrund der unerwarteten pandemischen Umstände und kurzfristig anderer Prioritätensetzung seitens der Stakeholder konnten leider aber nicht alle Stakeholder wie geplant konsultiert werden. Nichtsdestotrotz gelang es, eine Erprobung des Konzepts aus Dent@Prevent im Rahmen einem praxisbasierten RCT und dabei Implementierung über die Telematikinfrastruktur als als konkreten nächsten Schritt für Technologietransfer zu identifizieren.

Vorliegende interne Abschlussberichte:

AP2: Bericht über Ergebnisse systematischer Reviews

AP3: Abschlussbericht PMV forschungsgruppe für Dent@Prevent AP3: Implementierung von Routinedaten & PROMS in die evidenz-informierte intersektorale (zahn)medizinische Versorgung: Routinedatenanalyse

AP4: Bericht über Ergebnisse der PROs-App-Pilotstudie

AP5: Bericht über Ergebnisse DSS-Simulationstest

5. Methodik:

(AP1 & AP6 waren ohne operativen Forschungsbezug und sind hier nicht näher erläutert)

AP 2: Literaturrecherche

Umbrella Review zu Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen und Zahnerkrankungen: Es erfolgte eine systematische Untersuchung bestehender systematischer Übersichtsarbeiten, die zwischen 1995 und 2017 veröffentlicht und in 4 Datenbanken indiziert wurden. Wir haben uns auf die 3 häufigsten Zahnbeschwerden und 10 chronischen systemischen Erkrankungen mit der höchsten Krankheitslast in Deutschland konzentriert (siehe [1] für detaillierte Suchstrategie). Zwei unabhängige Gutachter bewerteten alle Artikel auf ihre Eignung und methodische Qualität anhand der AMSTAR-Kriterien und extrahierten Daten aus den enthaltenen Studien. Von den ursprünglich identifizierten 1.249 systematischen Reviews wurden 32 für die qualitative Synthese einbezogen.

Scoping-Review zu patientenzentrierten Parametern (PROs): Es erfolgte eine systematische Suche in den Datenbanken PubMed und Web of Science sowie in den Literaturlisten relevanter Publikationen zur Identifikation relevanter Parameter/Instrumente in den Bereichen (1) Patientenwahrnehmung, (2) von Patienten berichtete Parameter und (3) von Patienten berichtete Erfahrungswerte (siehe Bericht im Anhang bzgl. detaillierter Suchstrategie).

AP 3¹: Routinedatenanalysen

Den Routinedatenanalysen wurde eine Scoping Studie zur Frage der Operationalisierung von Parodontalerkrankungen vorangestellt. Die Scoping Studie wurde nach dem methodischen Konzept von Arksey und O'Malley (7) durchgeführt. Elektronische Datenbanken (Pubmed, Web of Science, LILACS) wurden durchsucht und relevante Studien nach unabhängigem Titel/Abstract- und ggf. Volltext-Screening durch zwei Reviewer (KB, IS) eingeschlossen.

Datenbasis der deskriptiven und Zusammenhangsanalyse war eine Vollerhebung der versichertenbezogenen Routinedaten der InGef-Forschungsdatenbank (zur Datenbank siehe (8)). Es wurden Daten für den Leistungszeitraum 01.01.2011 bis 31.12.2016 zur Verfügung gestellt. Eine pseudonymisierte Versicherten-Identifikationsnummer, die in allen Sektoren gleich war, erlaubte die Verknüpfung von Leistungsdaten der verschiedenen Sektoren: ambulante (zahn)ärztliche Leistungen, Arzneimittelverordnungen, Heil- und Hilfsmittel, stationäre Leistungen und Arbeitsunfähigkeitsdaten (zu Routinedaten allgemein siehe (9)). Zu

¹ Eine ausführliche Darstellung der methodischen Vorgehensweise findet sich im Projektbericht AP3 der PMV forschungsgruppe, 2019

Beginn wurden Plausibilitätsprüfungen und Übersichtsanalysen durchgeführt, sowie die für die Auswertung erforderlichen Variablen definiert oder neu gebildet (z. B. Multimorbidität). Zur Beschreibung von Morbiditäts- und Inanspruchnahme-Profilen (inkl. Gesundheitskosten) von Patienten mit/ohne chronische Erkrankung bzw. mit/ohne zahnmedizinische Behandlung/ Parodontalbehandlung (Frage 1) im Jahr 2016 wurden Fall-Kontrollpopulationen bestimmt. Zahnmedizinische Behandlungen wurden auf Basis aller Abrechnungsziffern, d. h. sowohl nach BEMA, als auch nach GOÄ, identifiziert. Die Parodontitis-Behandlung wurde anhand der BEMA-Ziffern P200-203, 108 und 111 identifiziert. Die chronischen Erkrankungen wurden auf die häufig vorkommenden Erkrankungen Diabetes, KHK und Schlaganfall begrenzt. Es wurden deskriptive Analysen durchgeführt. Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten wurde der durchschnittliche Behandlungseffekt – average treatment effect (ATE) – berechnet (Frage 2). Hierbei wurde in Anlehnung an die Arbeit von Nasseh et al. (10) vorgegangen und eine doppelt robuste Methodik angewandt (inverse Gewichtung und Poisson-Regression). Die Basispopulation bilden Patienten mit inzidenter chronischer Erkrankung (Diabetes bzw. KHK). Die Exposition wurde definiert als Inanspruchnahme mindestens einer Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den acht Folgequartalen. Outcome waren medizinische Gesamtkosten (ambulant ohne Zahnarztkosten, stationär, Arzneimittel), Kosten nach einzelnen Sektoren und die indirekten Kosten für Arbeitsunfähigkeit. Auf Grund der rechtsschiefen Verteilung der Kosten erfolgte eine Logarithmierung aller Kostenvariablen. Durch die Logarithmierung des Outcomes basieren die Ergebnisse auf dem geometrischen Mittel. Der ATE kann als Verhältnis der geometrisch gemittelten Kosten der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten gedeutet werden.

AP 4: Softwareentwicklung

Die Methodik zur Entwicklung von Patienten-App und DSS beinhaltet:

- Erarbeitung eines Datenschutzkonzeptes für die PROs-App-Pilottests
- Entwicklung eines Modells für intersektoralen Daten- und Informationsfluss der Softwarekomponenten
- Durchführung einer Anforderungsanalyse, zur Auswahl eines Frameworks, welches zur Implementierung einer interdisziplinären mobilen Applikation für mehrere Betriebssysteme geeignet ist. Auswahl der Kombination aus ResearchKit und ResearchStack. Diese Frameworks bieten ein Grundgerüst an Funktionalität und vordefinierter Benutzeroberfläche, auf denen die Eigenentwicklung aufbauen kann, wodurch Zeit und Kosten eingespart werden
- Anforderungsanalyse für das Konzept der Benutzeroberfläche der PROs-App.

- Prototypisierung der PROs-App und Evaluation der Benutzerfreundlichkeit in einer Fokusgruppendifkussion mit 6 Patienten (in Zusammenarbeit mit AP5)
- Implementierung der PROs-App für Android und iOS unter Verwendung der zuvor ausgewählten Frameworks
- Entwicklung der Pilotversion des DSS auf Grundlage einer Software Requirements Specification, eines Lastenhefts, Entscheidungsbäumen sowie einer ARIS-Modellierung. Das DSS beinhaltet Algorithmen für Behandlungspfade der integrierten Versorgung von Patienten mit Diabetes und Parodontitis und unterstützt Haus- und Zahnärzte durch zusätzliche Informationen, behandlungsrelevante Hinweise und Warnungen.

AP 5: Stakeholder-Engagement & Tests

Die Methodik für Stakeholder-Engagement sowie Tests von App & DSS beinhaltete:

- Fokusgruppen mit: (i) Ärzten (7 Mitglieder der Leitliniengruppe Hessen); (ii) Zahnärzten (2 Zahnärzte aus dem Rhein-Neckar-Kreis); (iii) 2 Experten für Zusammenhänge zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen. Diese Fokusgruppen dienten der Identifikation und Priorisierung versorgungsrelevanter Aktivitäten und Informationsflüsse an der Schnittstelle zwischen Human- und Zahnmedizin.
 - Rekrutierung:
 - Hausärzte: Die Fokusgruppe mit Hausärzten wurde im Rahmen eines Treffens der Leitliniengruppe Hessen durchgeführt. Diese war als Kooperationspartner am Projekt beteiligt und stellte ihre Expertise in mehreren Projektteilen zur Verfügung (DSS Entwicklung, Vignetten Pilotierung).
 - Zahnärzte: Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte über den Email-Verteiler der Akademie für zahnärztliche Fortbildung in Karlsruhe.
 - Patienten: Die Patienten wurden anhand von Flyern rekrutiert, welche am Diabetes Zentrum der Klinik für Endokrinologie, Stoffwechsel und Klinische Chemie des Universitätsklinikums auslagen.
 - Datenerhebung: Die Fokusgruppen wurden moderiert mit Hilfe von semistrukturierten themenorientierten Leitfäden. Tonaufzeichnungen wurden in pseudonymisierter Form vorgenommen und von einem spezialisierten Drittanbieter transkribiert. Die Auswertung erfolgte auf Grundlage induktiver Inhaltsanalyse.
- Online-Delphi (RAND/UCLA-Appropriateness-Methode) in 2 Runden zur Bestimmung der PRO-Inhalte der Patienten-App (in Zusammenarbeit mit AP4); 22 Teilnehmer (Ärzte, Zahnärzte, Patienten, Experten) bewerteten dabei 19 vorläufige patientenberichtete Parameter anhand ei-

ner 9-point Likert-Skale hinsichtlich ihrer Eignung für die Patienten-App. Zu Beginn der konzeptionellen Erarbeitung relevanter PROs stand die Durchführung eines Scoping Reviews, welches die Identifikation aller potentiell relevanten patientenzentrierten Parameter sicherstellen sollte. Die hieraus gewonnenen Informationen dienten als Grundlage für das Delphi Verfahren. Die Rekrutierung der Delphi Teilnehmer erfolgte über bestehende Netzwerke der Konsortial- und Kooperationspartner. Einladungen und Teilnahmelinks wurden verschickt an:

- Teilnehmer Fokusgruppen (Experten, Zahnmediziner, Allgemeinmediziner)
 - Mitglieder Leitliniengruppe Hessen
 - Zahnmediziner aus dem Email-Verteiler der Akademie für zahnärztliche Fortbildung in Karlsruhe
 - Mitglieder des HAZA Netzwerks (Kooperation von Zahnärzten mit Haus- und Fachärzten)
 - Mitarbeiter der Poliklinik für Zahnerhaltung des Universitätsklinikums Heidelberg
 - Experten im Bereich Zusammenhänge systemische Erkrankungen und Parodontitis
- Prototypisierung der Patienten-App und Evaluation der Benutzerfreundlichkeit/Nutzbarkeit in einer Fokusgruppendifkussion mit 6 Patienten (in Zusammenarbeit mit AP4). Die Rekrutierung der Patienten erfolgte via Verteilung von Flyern in einer Apotheke im Rhein-Neckar-Kreis sowie in der Klinik für Endokrinologie, Stoffwechsel und Klinische Chemie des Universitätsklinikums Heidelberg.
 - Evaluation der Nutzbarkeit der mobilen Applikation in zwei Hausarztpraxen und zwei Zahnarztpraxen unter Teilnahme von 137 Patienten (in Zusammenarbeit mit AP4).
 - Überprüfung der klinischen Validität des Parodontitis-Risiko-Scores (PRS, entwickelt von der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie) in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg; die erforderliche Fallzahl wurde auf 84 Patienten berechnet. Der patientenberichtete PRS wurde auf eine Korrelation mit dem durchschnittlichen, klinisch erhobenen Parodontalen Screening Index (PSI) geprüft. Die diagnostische Präzision des PRS wurde zusätzlich auf Grundlage verschiedener Grenzwerte evaluiert.
 - Online-basierte Fall-Vignetten-Studie mit Simulation verschiedener klinischer Szenarien und Evaluation des Einflusses des prototypischen DSS auf das ärztliche bzw. zahnärztliche Entscheidungsverhalten. Die Fallvignetten wurden zusammen mit 3 klinischen Experten entwickelt und charakterisierten verschiedene Risikoprofile im Zusammenhang mit Diabetes bzw. Parodontitis. Daraus resultierten 6 Fallvignetten für Zahnärzte und 3 Fallvignetten für Ärzte. Die Online-Umfrage wurde mittels LimeSurvey durchgeführt, wobei die Zu- bzw. Abschaltung des DSS sowie die Sequenz der Fallvignetten-Präsentation im Zufallsverfahren (randomisiert) erfolgten. Die erforderliche Mindestanzahl von Teilnehmern wurde auf jeweils 163 Ärzte und Zahnärzte berechnet.

Unter Berücksichtigung möglicher Dropouts wurde eine Teilnehmerzahl von jeweils 200 Ärzten und Zahnärzten angestrebt. Die Rekrutierung von Teilnehmern erfolgte in Zusammenarbeit mit DocCheck Research. Insgesamt nahmen 202 Zahnärzte und 206 Hausärzte an der Vignetten-Studie teil.

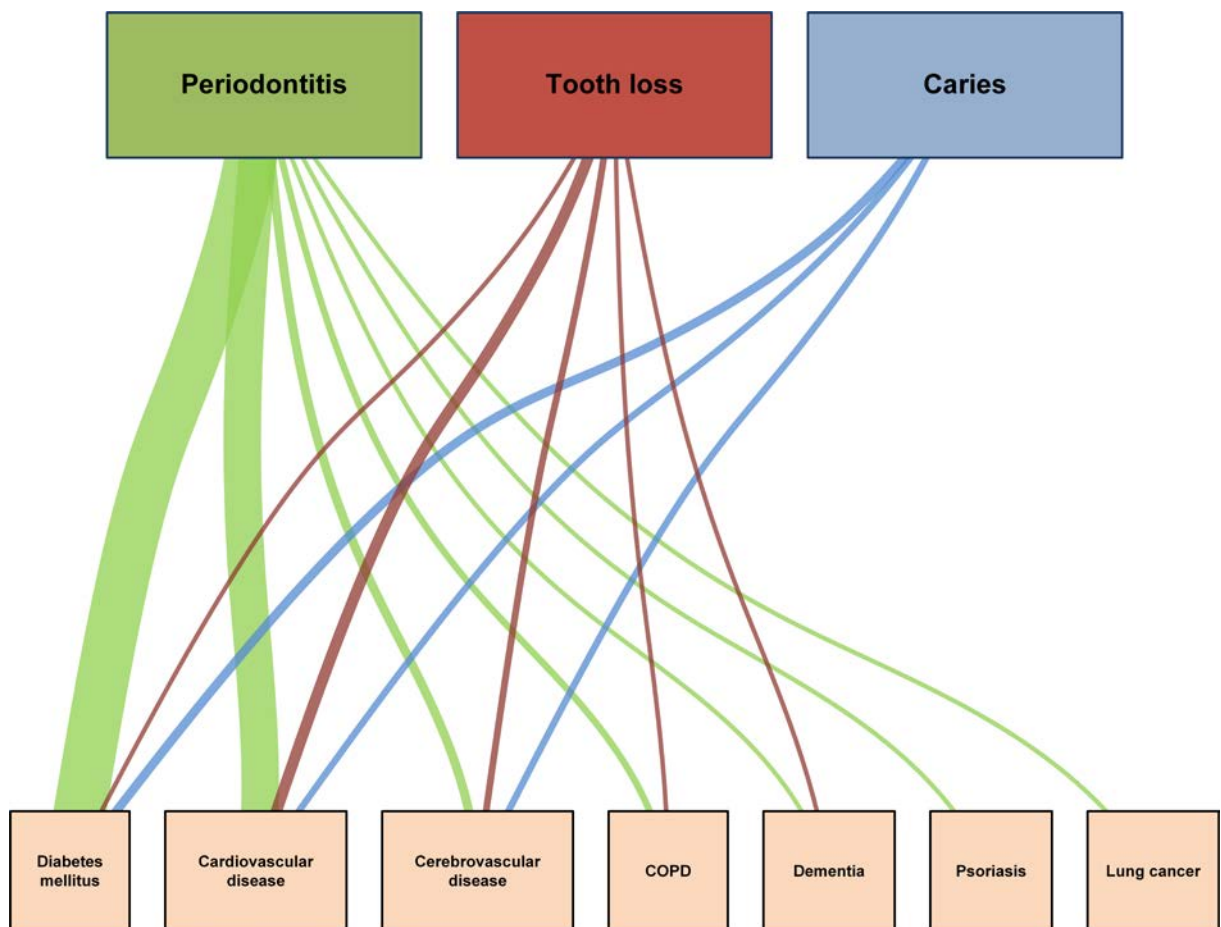
6. Projektergebnisse und Schlussfolgerungen

(AP1 & AP6 waren ohne operativen Forschungsbezug und sind hier nicht näher erläutert)

AP 2: Literaturrecherche

Umbrella Review: Der Zahnzustand mit den am häufigsten beobachteten Korrelationen zu chronischen Systemerkrankungen war die Parodontitis. Die chronische Systemerkrankung mit den am häufigsten beobachteten Korrelationen mit einem Zahnzustand war der Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM). Die am häufigsten berichtete Korrelation zeigte sich für Parodontitis und T2DM sowie Parodontitis und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (siehe Abbildung 2). Häufig berichtete gemeinsame Risikofaktoren waren Rauchen, Alter, Geschlecht und Übergewicht. Anhand der AMSTAR-Kriterien wurden 2 Studien als minderwertig, 26 Studien als mäßig und 4 Studien als hochwertig bewertet.

Abbildung 2: Zusammenhänge zwischen Zahnerkrankungen und chronisch-systemischen Erkrankungen (Quelle: [1])



Scoping Review: 23 relevante Publikationen wurden identifiziert. Studien über die Wahrnehmung der Patienten zeigten, dass sich Patienten mit Diabetes oft nicht der Risiken von Diabetes für ihre Mundgesundheit bewusst sind und die Mehrheit sich wünscht, von den Angehörigen der Gesundheitsberufe über diesen Zusammenhang informiert zu werden. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer sektorenübergreifenden Zusammenarbeit und legt nahe, dass die von den Patienten berichteten Maßnahmen auf unzureichende Kenntnis der Patienten für die sektorenübergreifenden Zusammenhänge eingehen sollten. PROs sind sowohl für den allgemeinen Gesundheitszustand als auch erkrankungsspezifisch für Diabetes und Mundgesundheit verfügbar. Generische gesundheitsbezogene Instrumente zur Messung der Lebensqualität scheinen geeignet zu sein, sowohl die Mundgesundheit als auch die allgemeine Gesundheit zu erfassen. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität, die sowohl mit generischen als auch mit spezifischen Maßen gemessen wird, scheint zwischen Patienten mit und solchen ohne chronische Erkrankungen zu variieren, jedoch nicht für alle Patientengruppen. Ein ähnlicher Zusammenhang wurde fest-

gestellt zwischen Angaben zur Mundgesundheit und der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität, allerdings nicht in allen berücksichtigten Studien. Bei Patienten mit Diabetes und Parodontitis wurde nach der Behandlung eine signifikante Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität festgestellt, was darauf hindeutet, dass die von Patienten berichteten Outcome-Messungen klinisch relevante Unterschiede für die Schnittmenge von chronischen und Zahnerkrankungen aufgreifen könnten. Die Ergebnisse des Scoping Review dienen als inhaltliche Grundlage für die Online-Delphi-Studie und die Entwicklung der Patienten-App (siehe auch AP4, AP5).

AP 3: Routinedatenanalyse: Deskription und Zusammenhangsanalyse

Scoping-Studie: Die anfängliche Datenbank-Recherche identifizierte 231 Studien. Nach Ausschluss von Duplikaten und Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden 51 Studien einer näheren Untersuchung unterzogen, davon allein 40 Studien aus Taiwan, basierend auf Daten der National Health Insurance Research Database (NHIRD). Fünf Studien waren aus den USA, vier aus Korea und jeweils eine aus Dänemark und Japan. Eine standardisierte und validierte Methodik für die Operationalisierung von Parodontalerkrankungen auf Basis von Krankenkassendaten konnte jedoch nicht aufgedeckt werden. Liegen dentale Diagnosecodes in den Krankenkassendaten vor, scheint deren Nutzung am ehesten für die Operationalisierung geeignet. Somit wird auf Basis dieser Scoping Studie eine Speicherung von dentalen Diagnosecodes in Krankenkassendaten empfohlen (siehe hierzu (5)).

Deskriptive Analyse - Paarlingsvergleich zwischen Versicherten mit und ohne Zielerkrankung (Diabetes, KHK, Schlaganfall): Im Jahr 2016 konnten 4.338.252 durchgängig bzw. bis zum Tod durchgängig Versicherte in die Analyse eingeschlossen werden. Zentrale Ergebnisse sind in **Tabelle 1** dargestellt. Ergebnisse weiterer Populationen sind im PMV Abschlussbericht zu finden.

Zusammenhangsanalyse Parodontitis-Behandlung und Gesundheitskosten.

Leitfrage dieser Analyse lautet: *Verringern sich die direkten Kosten (Gesamtkosten der Versorgung) bei inzidenten Patienten mit Diabetes bzw. KHK im 3. Jahr nach Inzidenz, wenn diese in einem Zeitraum von zwei Jahren nach Inzidenz eine Parodontalbehandlung erhalten?* Für inzident Erkrankte (Diabetes, KHK) wurde der Effekt einer Parodontalbehandlung (im Inzidenzquartal oder in den zwei Folgejahren) auf die durchschnittlichen Gesundheitskosten im dritten Jahr nach Inzidenz untersucht.

Tabelle 1: Charakteristika der Studienpopulation 1: Alters- und geschlechtsgleiche Versicherte mit bzw. ohne dokumentierte chronische Erkrankung (Diabetes, KHK, Schlaganfall) im Jahr 2016

	Diabetes		KHK		Schlaganfall	
	Fall	Kontrolle	Fall	Kontrolle	Fall	Kontrolle
Population (n)	414.626	414.626	270.155	270.155	11.636	11.636
Alter						
MW (Std)	66 (13,5)	66 (13,5)	71 (12,0)	71 (12,0)	71 (13,7)	71 (13,7)
Geschlecht (%)						
Männer	56,5	56,5	66	66	57	57
Frauen	43,5	43,5	34	34	43	43
Zahnärztliche Behandlung (%)	66,7	74,5	67,5	69,5	57,6	68
Parodontitis-Behandlung (%)	1,9	2,2	1,7	1,9	1,1	1,7
Versorgungskosten (EUR)						
Ambulant (MW)	1.007	730	1.163	820	1.107	908
Arzneimittel (MW)	1.173	569	1.332	820	1.483	895
Heilmittel (MW)	141	94	181	141	607	159
Hilfsmittel (MW)	318	103	318	221	528	255
Stationär (MW)	1.328	944	3.004	1.387	12.259	1.602

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Zahnärztliche Behandlung: mind. eine zahnärztliche Leistung im Jahr 2016 (BEMA, GOÄ), Parodontalbehandlung: mind. eine BEMA-Leistung der Ziffer P200-P203, 108, 111 im Jahr 2016. Quelle (6)

In Bezug auf die Gesamtkosten (ambulant, stationär und Arzneimittelkosten) wiesen Versicherte, denen im Jahr 2013 die erste Diabetesdiagnose gestellt wurde und die im Anschluss eine Parodontalbehandlung erhalten haben, im dritten Jahr nach dem Inzidenzquartal geringere medizinische Gesamtkosten auf als Versicherte ohne eine Parodontalbehandlung (Average Treatment Effect = 0.96; 95%-Konfidenzintervall: 0.89;1.04). Die Ergebnisse sind als Tendenz zu sehen. Geringere medizinische Gesamtkosten konnten auch bei Patienten mit inzidenter KHK im Vergleich zu Personen mit inzidenter KHK und ohne Parodontalbehandlung aufgezeigt werden (Average Treatment Effect = 0.98; 95%-Konfidenzintervall: 0.90;1.06)²

AP 4: Software-Entwicklung

Die Patienten-App wurde für die Betriebssysteme Android und iOS (Smartphone/Tablet) in englischer und deutscher Sprache entwickelt (siehe Abbildungen 3 und 4). Zusätzlich wurde

² Siehe auch Publikation zur Analyse der Behandlungseffekte von Parodontalbehandlungen auf die Gesundheitskosten bei Diabetes-Patienten: Diabetes Res Clin Pract. 2020 Dec 24;172:108641.

der für die App entwickelte Fragebogen ins Niederländische übersetzt. Insgesamt beinhaltet die App 39 unterschiedliche Fragen zur Erfassung des allgemeinen und Mundgesundheitszustands der Patienten, zur Bewertung des Erkrankungsrisikos von Diabetes und Parodontitis, sowie der intersektoralen Kooperation von Haus- und Zahnarzt. In einem ersten Modul erlangt die App die Einwilligung der Nutzer, bevor das zweite Modul den Patienten Schritt für Schritt durch den interdisziplinären Fragebogen führt.

Auf Grundlage von Literaturrecherche, Leitlinien und Expertenkonsultationen wurden DSS Algorithmen für die Behandlung von Parodontitis und Diabetes Patienten entwickelt und in ARIS modelliert. Diese repräsentieren die nach derzeitigem Kenntnisstand bevorzugte Versorgung der Patienten und entsprechen dem Praxisalltag niedergelassener Ärzte und Zahnärzte (siehe exemplarischen Entscheidungsbaum in Abbildung 5). Das DSS wurde als unabhängige Web-Anwendung implementiert. Mit npm und node.js kann das DSS auf einem lokalen Entwicklungsserver mit Live-Reload-Funktion gestartet und genutzt werden. Die Entscheidungsalgorithmen sind mit JavaScript, einer Skriptsprache für dynamisches HTML in Webbrowsern, implementiert, um den Inhalt der DSS-Website in Echtzeit zu berechnen und zu ändern. Auf diese Weise kann jede Änderung der Patientenparameter (z.B. Risiko-Scores) direkt berechnet werden und die Informationen/Warnungen/Empfehlungen für Ärzte ändern sich mit jedem neuen oder bearbeiteten Eintrag. Für die Benutzerschnittstelle wurde Bootstrap 4 als open-source Frontend CSS-Framework verwendet.

Das DSS wurde in deutscher und englischer Sprache so implementiert, dass es Haus- und Zahnärzte bei der Behandlung von Patienten mit Diabetes und Parodontitis unterstützen kann (siehe exemplarischen Screenshot in Abbildung 6). Das DSS beinhaltet insbesondere eine interoperable Schnittstelle zur Patienten-App (siehe oben), so dass die von Patienten berichteten Informationen durch das DSS automatisch ausgewertet und dem behandelnden Haus- oder Zahnarzt individuelle Behandlungsempfehlungen angezeigt werden können. (Zahn-)Ärzte erhalten beispielsweise, abhängig vom Erkrankungsrisiko des Patienten, nur eine kurze allgemeine Information über mögliche Erkrankungszusammenhänge bis hin zu konkreten Handlungsempfehlungen (mit Verweisen auf aktuelle wissenschaftliche Literatur bzw. Leitlinien), beispielweise die Überprüfung von Hinweisen auf erhöhtes Parodontitis- bzw. Diabetesrisiko durch Zahn- bzw. Hausarzt. Ziel des DSS ist es dabei, die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Zahnärzten und Hausärzten zu verbessern und eine patientenzentrierte intersektorale Behandlung für den Patienten zu fördern (für die Ergebnisse der Pilot-Tests des DSS, siehe AP 5).

Abbildung 3: Screenshots der Patienten-App

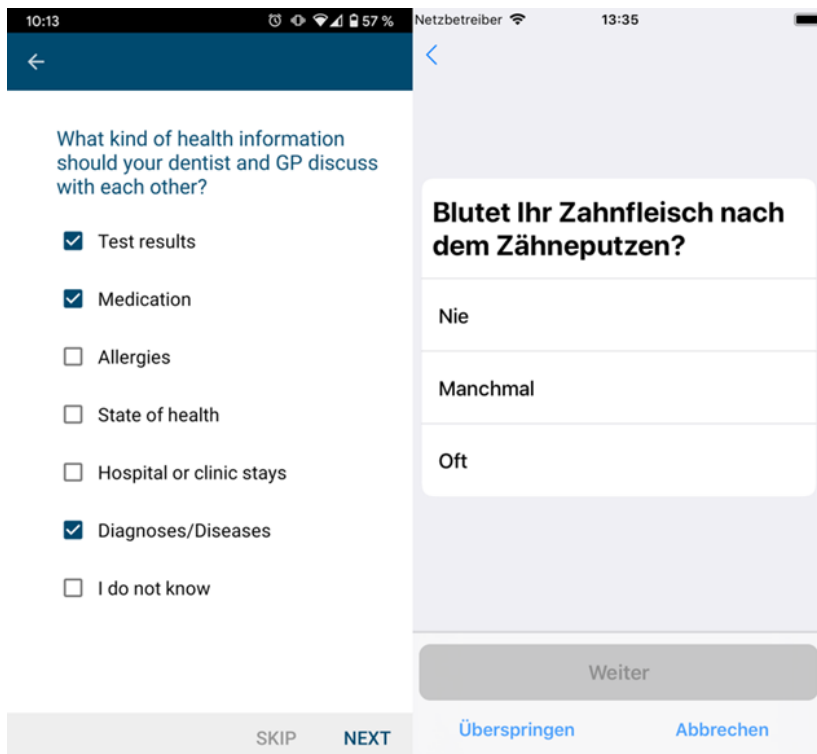


Abbildung 4: Benutzeroberflächen für iOS und Android (Smartphone/Tablet)

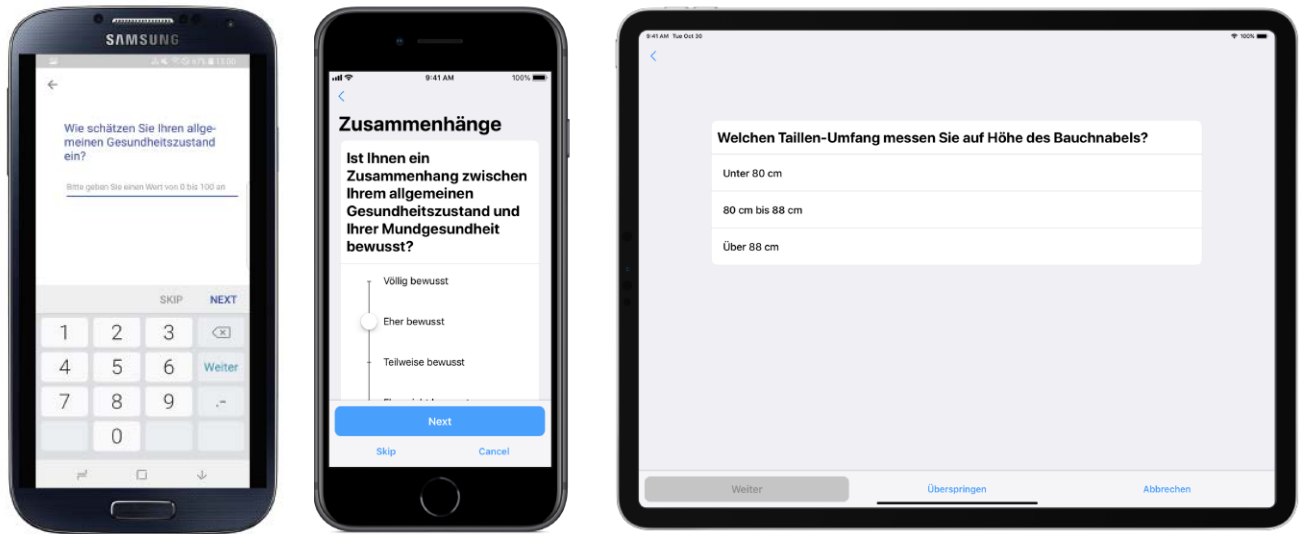


Abbildung 5: exemplarischer Entscheidungsbaum (für Zahnärzte)

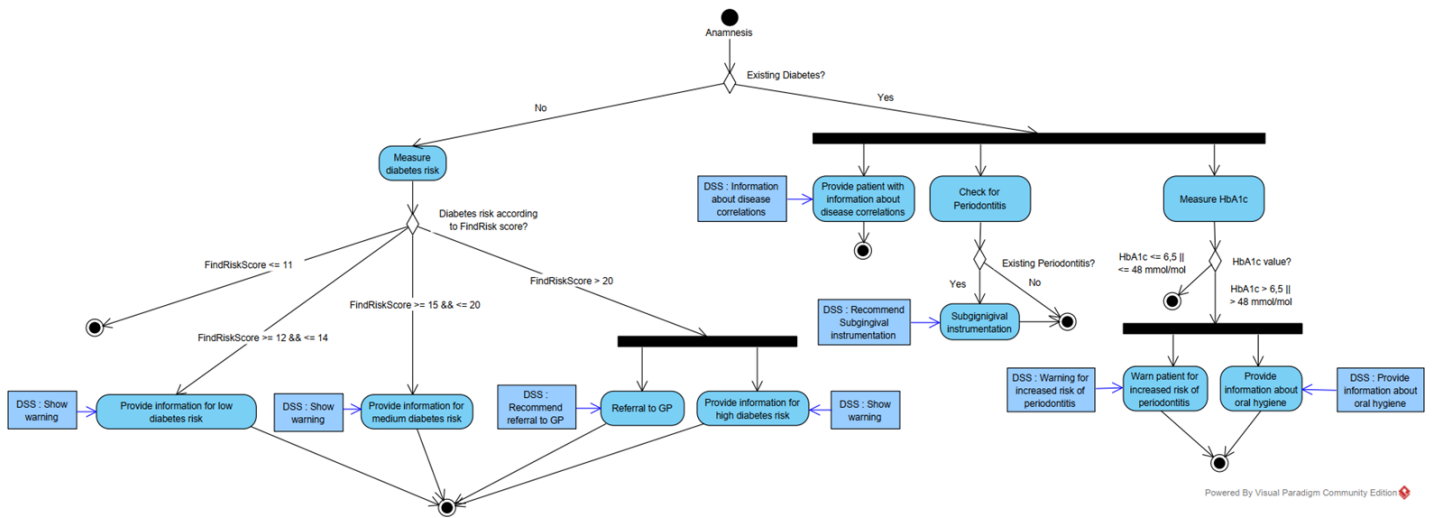


Abbildung 6: Exemplarischer Screenshot des DSS

UNIVERSITÄTS KLINIKUM HEIDELBERG

Home
 Dentist-DSS
 GP-DSS
 Patient data
 Decision logic

Patient Reported Outcomes

Present diseases

#	Question	Answer
1	Do you have an inflammation of the gums or a gum disease with bone loss? (Periodontitis)	Yes
2	Have you ever been diagnosed with diabetes?	Yes
2.1	What was your last HbA1c value?	4,0 HbA1c in %

Remark periodontitis and diabetes:

Warning:
 This patient has been diagnosed with diabetes and periodontitis. It is recommended that particular attention is paid to the periodontal care of this patient.

Recommendation:
 People who have periodontitis and diabetes may benefit even more from periodontal treatment. Research suggests that periodontal treatment has a beneficial effect on blood glucose levels (results) levels ([Faggion, et al., 2016] [Botero, et al. 2016]) as well as diabetes healthcare utilization and expenditures (reference, Nasseh et al.).

AP 5: Stakeholder-Engagement und Tests

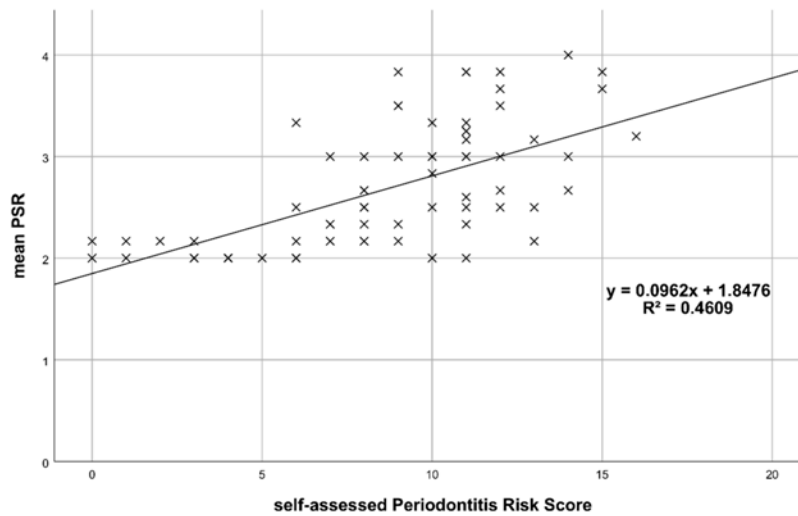
Die Teilnehmer der Fokusgruppen betonten die Relevanz einer verbesserten Versorgung von Patienten mit Diabetes und/oder Parodontitis sowie das Potential digitaler Anwendungen zur Förderung der interdisziplinären Versorgung. Die zweistufige online Delphi-Studie mit 22 teilnehmenden Ärzten, Zahnärzten, Patienten und wissenschaftlichen Experten beinhaltete 19 potentiell relevante PROs. Von diesen wurden in der zweiten Delphi-Runde 5 Fragen als nicht relevant bewertet. Für die Programmierung der App (siehe AP4) wurden schließlich 25 Fragen miteinbezogen, welche auch die Inhalte von validierten Fragebögen zur Einschätzung von Diabetes- und Parodontitis-Risiko sowie zum Gesundheitszustand abdecken. Die App konnte nicht als Download angeboten werden, da die hierzu erforderliche Lizenzierung als Medizinprodukt zum Zeitpunkt dieser Studie nicht vorlag. Die Anwendbarkeit der Kernelemente der App für das DSS (bestehend aus 14 Fragen; einschließlich der validierten Fragebögen FINDRISK und Parodontitis-Risiko-Score zur Einschätzung von Diabetes- bzw. Parodontitis-Risiko) wurde durch insgesamt 137 Patienten in jeweils zwei Hausarzt- und Zahnarztpraxen mit einem durchschnittlichen SUS-Wert von 77,88 ($\pm 12,17$) als allgemein gut bewertet (siehe Tabelle 2). Die durch die Studienteilnehmer berichteten Schwachstellen wurden bei einem abschließenden Update der App berücksichtigt (in AP 4). Insgesamt legen die Ergebnisse ein hohes Nutzungspotential der App nahe.

Tabelle 2: Ergebnisse der Evaluation der Patienten-App (SUS scores; n=137 Patienten)

	Mittelwert (\pm Standardabw.)	Median (IQR)	Min	Max
Summe SUS score	77,88 ($\pm 12,17$)	80 (72,5-85,0)	30,0	100,0
<i>SUS items</i>				
1. Nutzungshäufigkeit	2,49 ($\pm 0,88$)	3 (2-3)	0	4
2. Komplexität der App	2,94 ($\pm 0,99$)	3 (2-4)	0	4
3. Einfachheit der Nutzung	3,24 ($\pm 0,74$)	3 (3-4)	0	4
4. Nutzersupport erforderlich	3,41 ($\pm 0,85$)	4 (3-4)	0	4
5. Integration von Funktionen	2,96 ($\pm 0,76$)	3 (3-3)	0	4
6. Widersprüchliche Inhalte	3,15 ($\pm 0,94$)	3 (3-4)	0	4
7. Nutzung schnell erlernbar	3,28 ($\pm 0,84$)	3 (3-4)	0	4
8. Umständliche Nutzung	3,28 ($\pm 0,97$)	4 (3-4)	0	4
9. Nutzung fühlt sich sicher an	2,93 ($\pm 1,09$)	3 (2-4)	0	4
10. Verständlichkeit der Fragen	3,46 ($\pm 0,81$)	4 (3-4)	0	4

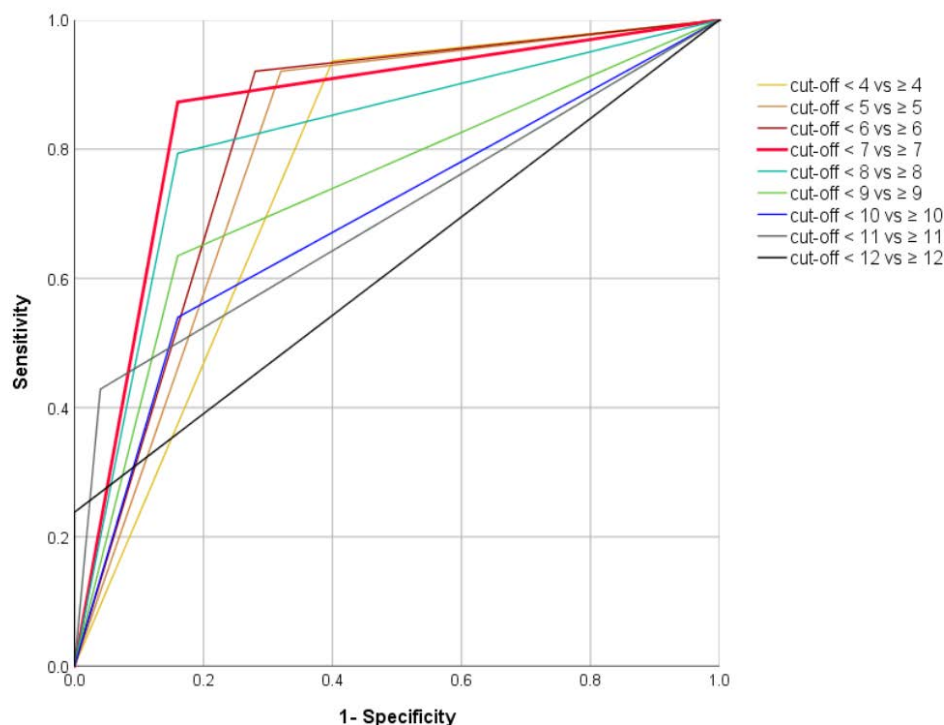
Die Überprüfung der klinischen Validität des Parodontitis-Risiko-Scores in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg (erreichte Fallzahl: 88 Patienten) ergab eine positive Korrelation zwischen Parodontitis-Risiko-Score und durchschnittlichem PSI (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7: Korrelation zwischen Parodontitis-Risiko-Score und PSI



Zusätzlich wurde eine gute Sensitivität und Spezifität bzgl. der gewählten klinischen Referenz (Parodontaler Screening Index) festgestellt. Die höchste Trennschärfe wurde dabei für Parodontitis-Risiko-Score-Werte ≥ 7 vs. < 7 identifiziert (siehe Abbildung 8).

Abbildung 8: Diagnostische Trennschärfe des Parodontitis-Risiko-Score



Die Ergebnisse der online-basierten Fall-Vignetten-Studie (Teilnehmerzahl: 206 Ärzte, 202 Zahnärzte) mit randomisierter Zuschaltung/Abschaltung von DSS-Funktionalitäten zeigten, dass Ärzte mit DSS-Unterstützung signifikant häufiger einen Zahnarztbesuch für Patienten mit Diabetes und Hinweis auf erhöhtes Parodontitis-Risiko empfehlen als ohne DSS-

Unterstützung. Es zeigte sich kein signifikanter DSS-Effekt hinsichtlich ärztlicher Beratung über gemeinsame Risikofaktoren zwischen Diabetes und Parodontitis.

Zahnärzte mit DSS-Unterstützung empfahlen signifikant häufiger einen Besuch beim Allgemeinarzt, erkundigten sich häufiger nach dem HbA1c-Wert und berieten häufiger über gemeinsame Risikofaktoren bei Hinweisen auf Parodontitis und erhöhtem Diabetes-Risiko. Die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse (Tabelle 3) untermauern insgesamt das hohe Potential des DSS-Systems zur Förderung der integrierten Versorgung an der Schnittstelle Human- und Zahnmedizin.

Tabelle 3: Ergebnisse der DSS-Fall-Vignetten-Studie

	Odds Ratio	p-Wert	95% CI
Arzt klärt auf über gemeinsame Risikofaktoren und Zusammenhänge zwischen Mund- und Allgemeingesundheit	0,77	0,56	[0,53; 1,98]
Arzt empfiehlt Zahnarzt-Besuch	8,32	≤ 0,001	[4,32; 16,03]
Zahnarzt klärt auf über gemeinsame Risikofaktoren und Zusammenhänge Mundgesundheit allgemeine Gesundheit	1,71	0,031	[1,05; 2,79]
Zahnarzt empfiehlt (Haus)Arzt-Besuch	4,55	≤ 0,001	[2,23; 9,28]
Zahnarzt fragt Patient nach HbA1c-Wert	4,12	≤ 0,001	[2,06; 8,27]

Für eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse aus AP 5, siehe auch die Berichte zu den Ergebnissen der Patient-App-Pilotstudie³ und des DSS-Simulationstests⁴.

³ Detailergebnisse sind/werden zur Veröffentlichung eingereicht bei: International Journal of Medical Informatics

⁴ Detailergebnisse sind zur Veröffentlichung eingereicht bei: Medical Decision Making.

7. Beitrag für die Weiterentwicklung der GKV-Versorgung und Fortführung nach Ende der Förderung

Die Ergebnisse aus Dent@Prevent können wie folgt in die Versorgung überführt werden:

- Die allgemeinen Erkenntnisse über Bedarfe und Präferenzen von Ärzten, Zahnärzten und Patienten eignen sich zur zukünftigen Schwerpunktsetzung in der Versorgungsforschung und Gesundheitspolitik.
- Die Ergebnisse aus den systematischen Literaturrecherchen liefern wertvolle Hinweise für die Notwendigkeit zur zukünftigen Präzisierung von (kausalen) Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen. Für die zukünftige Ausgestaltung integrierter medizinisch-zahnmedizinischer Versorgung gilt es neben einer evidenzgestützten Intensivierung intersektoraler Versorgungspfade (= Adressierung bisheriger Unterversorgung) auch die Vermeidung von Über- und Fehlversorgung adäquat zu berücksichtigen.
- Die Routinedatenanalysen weisen auf eine geringe Inanspruchnahme von Parodontitis-Versorgung bei Patienten mit erhöhtem Risiko hin. Hier besteht noch Optimierungsmöglichkeit durch bessere Aufklärung und Information der Patienten sowie stärkere Sensibilisierung der Ärzte und Zahnärzte für die wechselseitige Beeinflussung von chronisch-somatischen Erkrankungen, wie z. B. Diabetes, KHK und Schlaganfall, und Parodontitis. Mittels Krankenkassendaten kann ein Monitoring erfolgen zu Inanspruchnahmen von zahnärztlichen Leistungen sowie diagnostische Abklärungen/Kontrolluntersuchungen in Bezug auf somatische Erkrankungen (z.B. nach Zahnarztbesuch). Eine Limitation bisheriger Routinedaten ist, dass keine zahnärztlichen Diagnosen zur Parodontitis vorliegen, sondern nur erbrachte Leistungen. Ein zukünftiger Einschluß zahnmedizinischer Diagnosen in Routinedaten wäre aus Public Health Sicht sehr wünschenswert.
- Die auf Routinedaten beruhende Analyse zeigt als Trend geringere Gesundheitskosten bei inzidenten Patienten mit Zielerkrankung und Parodontitis-Behandlung und bestätigt somit erstmals für Deutschland den erwarteten Zusammenhang einer Verbesserung des Krankheitsverlaufs von Diabetes / KHK. Routinedaten sind geeignet, zu prüfen, ob sich die Inanspruchnahme ändert, wenn beispielsweise entsprechende Empfehlungen in Leitlinien veröffentlicht und finanzielle Barrieren auf Seiten der Versicherten reduziert werden.
- Inhalte des DSS und der Patienten-App aus Dent@Prevent könnten zukünftig über die Telematikinfrastruktur und entsprechender Interoperabilität in die GKV-Versorgung überführt werden. Eine detaillierte Angabe zu den Kosten und zur Operationalisierung ist zum

jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Ein diesbezügliches Konzept für ein mögliches zukünftiges Projekt wird derzeit erarbeitet.

- Inhalte des DSS und der Patienten-App könnten sich zur Überführung in ein Disease-Management-Programm Diabetes/Parodontitis für die GKV-Regelversorgung eignen.
- Zur Sicherstellung des Technologietransfers sind das DSS und die Patienten-App aus Dent@Prevent beim Universitätsklinikum Heidelberg als Erfindung registriert.
- Die Ergebnisse aus Dent@Prevent eignen sich grundsätzlich auch zur Übertragung auf sämtliche Bereiche der integrierten medizinisch-zahnmedizinischen Versorgung in allen Regionen Deutschlands und auch andernorts.

8. Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen

Erfolgte Veröffentlichungen:

- Blaschke K, Ihle P, Listl S, Schubert I. Zahnmedizinische Inanspruchnahme und Parodontalbehandlung bei Patienten mit chronischer Erkrankung. Zahnmedizinische Mitteilungen 2020 (9):72-76 [Open Access]
- Blaschke K, Seitz MW, Schubert I, Listl S. Methodological approaches for investigating links between dental and chronic diseases with claims data: A scoping study. J Public Health Dent. 2019; 79 (4): 334-342
- Haux C, Schubert I, Ganzinger M, Knaup P, Listl S. Implementierung von Routinedaten und PROMs in die evidenz-informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung. In: 16 Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF) Berlin, 04-06102017 Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. Berlin: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. p. DocP225. [Open Access]
- Haux C, Listl S, Ganzinger M, Schubert I, Knaup P. Towards an evidence-informed and patient centered decision support system for intersectoral care. In: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 62 Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie eV (GMDS) Oldenburg, 17-21092017 Düsseldorf: German Medical Science [Internet]. 2017 [cited 2017 Sep 7]. p. DocAbstr. 233. Available from: <https://www.eqms.de/static/en/meetings/gmds2017/17gmds115.shtml> [Open Access]
- Haux C, Schubert I, Seitz MW, Knaup P, Listl S. Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Verbesserung der interdisziplinären Versorgung von Allgemein- und Zahnmedizin. Forum der Medizin-Dokumentation und Medizin-Informatik. 2017;19(4):116–7.

- Haux, C., Seitz, MW., Listl, S., Knaup, K. Nutzerorientierte Anforderungsmodellierung für die Entwicklung eines interdisziplinären Entscheidungsunterstützungssystems. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 63 Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie eV (GMDS) Osnabrück, (2018). [Open Access]
- Listl S. Denken in Zusammenhängen verbessern (Interview). Zahnärztliche Mitteilungen. <https://www.zm-online.de/archiv/2017/06/zahnmedizin/denken-in-zusammenhaengen-verbessern/> [Open Access]
- Seitz, M., Listl, S., Bartols, A., Schubert, I., Blaschke, K., Haux, C., van der Zande, M. (2019a). Current knowledge on correlations between highly prevalent dental conditions and chronic diseases: an umbrella review. Preventing Chronic Disease 16: E132. [Open Access]
- Seitz MW, Listl S, Knaup P (2019b). Development of an HL7 FHIR Architecture for Implementation of a Knowledge-based Interdisciplinary EHR. Stud Health Technol Inform; 262:256-259.
- Seitz MW, Haux C, Listl S, Knaup P. Evaluation von Frameworks für die Entwicklung einer mobilen Applikation zur Befragung von Patienten. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 63 Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie eV (GMDS) Osnabrück, (2018). [Open Access]
- Seitz MW, Haux C, Knaup P, Schubert I, Listl S. Approach Towards an Evidence-Oriented Knowledge and Data Acquisition for the Optimization of Interdisciplinary Care in Dentistry and General Medicine. In: Studies in health technology and informatics 247 (2018), S. 671–674. [Open Access]
- Smits K, Kalmus O, Haux C, Seitz M, van der Zande M, Schubert I, Listl S. Towards a decision support system to better integrate primary and dental care. International Journal of Integrated Care, 19(S1): A479, pp. 1-8, DOI: dx.doi.org/10.5334/ijic.s3479. [Open Access]
- Blaschke K, Hellmich M, Samel C, Listl S, Schubert I. The impact of periodontal treatment on healthcare costs in newly diagnosed diabetes patients: Evidence from a German claims database. Diabetes Res Clin Pract. 2020 Dec 24;172:108641. doi: 10.1016/j.diabres.2020.108641. Epub ahead of print.
- Sekundo C, Bölk T, Kalmus O, Listl S. Accuracy of a 7-Item Patient-Reported Stand-Alone Tool for Periodontitis Screening. J Clin Med. 2021 Jan 14;10(2):287.

- Seitz MW, Haux C, Smits KPJ, Kalmus O, van der Zande M, Lutyj J, Listl S. Development and evaluation of a mobile patient application to enhance medical-dental integration for the treatment of periodontitis and diabetes. Int J Med Inform. 2021 May 13;152:104495. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104495.

Geplante Veröffentlichungen⁵:

- Kalmus O, Smits K, Seitz M, Haux C, Robra BP, Listl S. Evaluation of a decision support system to enhance integrated diabetes and periodontal care [zur Veröffentlichung bei Medical Decision Making eingereicht]
- Seitz MW, Haux C, Smits KPJ, Kalmus O, van der Zande M, Listl S. Development of a Decision Support System for medical-dental integration [wird demnächst zur Begutachtung bei International Journal of Medical Informatics eingereicht]

Die Projektergebnisse werden der Allgemeinheit über folgende Homepage zur Verfügung gestellt: www.oralsystemicintegration.com

9. Anlagen

- Publikationen
- Bericht über Ergebnisse systematischer Reviews (AP2)
- Abschlussbericht PMV Forschungsgruppe für Dent@Prevent: Implementierung von Routinedaten & PROMS in die evidenz-informierte intersektorale (zahn)medizinische Versorgung: Routinedatenanalyse (AP3)
- Bericht über Ergebnisse der PROs-App-Pilotstudie (AP4)
- Bericht über Ergebnisse DSS-Simulationstest (AP5)
- Kopien erfolgter Veröffentlichungen (Geplante Veröffentlichungen: siehe oben) Entscheidungsbaum
- Inhalte der Patienten-App & Kurzhandbuch

Mögliche Limitationen der Studie: die Erkenntnisse aus dem Projekt bilden den Wissensstand zum Zeitpunkt und im Kontext der durchgeführten Studie ab. Die zu Ende des Projekts aufkommende Pandemie (COVID-19) zeigt, dass sich die Rahmenbedingungen der (zahn)medizinischen Versorgung schnell ändern können. Trotz zahlreicher Studien zu Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen Erkrankungen und Zahnerkrankungen, weisen die

⁵ die Veröffentlichung erfolgt erst im Nachgang zur Publikation des Ergebnisberichts

Ergebnisse der Evidenzsynthese auf einen Mangel an Kausalevidenz hin. Eine Limitation der Routinedatenanalysen ist, dass keine zahnärztlichen Diagnosen zur Parodontitis vorlagen, sondern nur erbrachte Leistungen. Die Ergebnisse des Projekts untermauern ein grundsätzlich hohes Potential für digital unterstützte integrierter Versorgung von Diabetes und Parodontitis. Die prototypische Patienten-App und das prototypische DSS wurden in enger Zusammenarbeit mit Endnutzern entwickelt und erstmals erfolgreich auf Anwendbarkeit getestet. Allerdings wurden im Rahmen des Projekts auch Barrieren für die zukünftige Implementierung und Operationalisierung von stärker integrierter Versorgung an der Schnittstelle von Human- und Zahnmedizin deutlich, die nicht zuletzt stark historisch verankert sind und sich in begrenzter Interoperabilität medizinischer und zahnmedizinischer Praxissoftwaresysteme widerspiegelte. Die Erkenntnisse aus Dent@Prevent bieten aber nicht zuletzt in Kombination mit der Telemedizininfrastruktur eine fundierte Grundlage zur Operationalisierung interdisziplinärer Versorgungspfade an der Schnittstelle von Human- und Zahnmedizin.

Literatur

1. Seitz MW, Listl S, Bartols A, Schubert I, Blaschke K, Haux C, et al. Current knowledge regarding links between highly prevalent dental and chronic diseases: an umbrella review. Preventing chronic disease (unpublished observations). 2019 Sep 26;16:E132. doi: 10.5888/pcd16.180641.
2. Holzinger F, Dahrendorf L, Heintze C. 'Parallel universes'? The interface between GPs and dentists in primary care: a qualitative study. Fam Pract. 2016;33(5):557-61.
3. Elangovan S, Hertzman-Miller R, Karimbux N, Giddon D. A framework for physician-dentist collaboration in diabetes and periodontitis. Clinical diabetes : a publication of the American Diabetes Association. 2014;32(4):188-92.
4. Schubert I, Ihle P, Köster I. Interne Validierung von Diagnosen in GKV-Routinedaten: Konzeption mit Beispielen und Falldefinition. Gesundheitswesen. 2010;72(6):316-22.
5. Blaschke K, Seitz MW, Schubert I, Listl S. Methodological approaches for investigating links between dental and chronic diseases with claims data: A scoping study. J Public Health Dent. 2019; 334-342 <https://doi.org/10.1111/jphd.12335>
6. Blaschke K, Ihle P, Listl S, Schubert I. Zahnmedizinische Inanspruchnahme und Parodontalbehandlungen bei Patienten mit chronischer Erkrankung. ZM. 2020;9:938-42.
7. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. International Journal of Social Research Methodology. 2005;8(1):19-32.
8. Andersohn F, Walker J. Characteristics and external validity of the German Health Risk Institute (HRI) Database. Pharmacoepidemiol Drug Saf. 2016;25(1):106-9.
9. Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D, editors. Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven. 2 ed. Bern: Verlag Hans Huber; 2014.
10. Nasseh K, Vujicic M, Glick M. The Relationship between Periodontal Interventions and Healthcare Costs and Utilization. Evidence from an Integrated Dental, Medical, and Pharmacy Commercial Claims Database. Health Econ. 2017;26(4):519-27.

SYSTEMATIC REVIEW

Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review

Max W. Seitz, MSc¹; Stefan Listl, PhD, Dr Med Dent^{2,3}; Andreas Bartols, Dr Med Dent^{4,5};
Ingrid Schubert, Dr Rer Soc⁶; Katja Blaschke, MSc⁶; Christian Haux, MSc¹;
Marieke M. Van Der Zande, PhD^{2,3}

Accessible Version: www.cdc.gov/pcd/issues/2019/18_0641.htm

Suggested citation for this article: Seitz MW, Listl S, Bartols A, Schubert I, Blaschke K, Haux C, et al. Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review. *Prev Chronic Dis* 2019; 16:180641. DOI: <https://doi.org/10.5888/pcd16.180641>.

PEER REVIEWED

Summary**What is already known on this topic?**

Substantive evidence supports a correlation between dental conditions and chronic systemic diseases.

What is added by this report?

We provide an overview of systematic reviews reporting on correlations between dental conditions and chronic diseases with an assessment of the evidence and extent of correlation.

What are the implications for public health practice?

There is a need for more awareness about 1) existing evidence on correlations between dental conditions and chronic systemic diseases, 2) potential opportunities for better medical–dental integration in the delivery of care, and 3) the need for future research about potentially causal links between dental conditions and chronic diseases.

Abstract**Introduction**

Studies have investigated the relationships between chronic systemic and dental conditions, but it remains unclear how such knowledge can be used in clinical practice. In this article, we provide an overview of existing systematic reviews, identifying and evaluating the most frequently reported dental–chronic disease correlations and common risk factors.

Methods

We conducted a systematic review of existing systematic reviews (umbrella review) published between 1995 and 2017 and indexed in 4 databases. We focused on the 3 most prevalent dental conditions and 10 chronic systemic diseases with the highest burden of disease in Germany. Two independent reviewers assessed all articles for eligibility and methodologic quality using the AMSTAR criteria and extracted data from the included studies.

Results

Of the initially identified 1,249 systematic reviews, 32 were included for qualitative synthesis. The dental condition with most frequently observed correlations to chronic systemic diseases was periodontitis. The chronic systemic disease with the most frequently observed correlations with a dental condition was type 2 diabetes mellitus (T2DM). Most dental–chronic disease correlations were found between periodontitis and T2DM and periodontitis and cardiovascular disease. Frequently reported common risk factors were smoking, age, sex, and overweight. Using the AMSTAR criteria, 2 studies were assessed as low quality, 26 studies as moderate quality, and 4 studies as high quality.

Conclusion

The quality of included systematic reviews was heterogeneous. The most frequently reported correlations were found for periodontitis with T2DM and for periodontitis with cardiovascular disease. However, the strength of evidence for these and other disease correlations is limited, and the evidence to assess the causality of these disease correlations remains unclear. Future research should focus on the causality of disease links in order to provide more decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes.



The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Introduction

Human life expectancy has been increasing for many years (1). However, as life expectancy increases, so does the prevalence of chronic diseases within the population (2). Treatment of chronic diseases frequently takes place in highly specialized disciplines (3). However, chronic conditions often emerge, develop, and occur in parallel with other illnesses (4), and with each chronic condition life expectancy again decreases (5). Because of the high likelihood of patients with chronic conditions developing additional diseases, scientific study of the correlations between diseases is necessary.

The medical scope of such correlations often exceeds the boundaries of medical disciplines. An example of this is the correlation between dental conditions and other noncommunicable diseases, which have been investigated in many scientific publications and in previous empirical literature (6). In the past decades, however, dental care and primary medical care have largely evolved separately. Addressing the links between dental and other chronic conditions can improve health care and prevention of chronic conditions (7), in particular identifying appropriate and necessary areas for inter-professional cooperation between general medical and dental professionals (7).

Many systematic reviews (SRs) to estimate the extent of dental–chronic disease correlations have been conducted for specific dental conditions and chronic systemic diseases, but a systematic overview to provide information about the extent to which there is decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes does not exist so far. The aim of this study was to conduct an umbrella review to provide an overview of the most recent evidence from SRs about interdependencies between dental conditions and chronic systemic diseases. The underlying research question was, “What is the current state of knowledge concerning possible relationships between dental conditions and chronic systemic diseases?” The umbrella review aimed to identify potential intervention points for inter-professional cooperation, including evidence on 1) correlations between highly prevalent dental conditions and chronic systemic diseases, 2) common risk factors, and 3) how dental conditions cause chronic diseases and vice versa.

Methods

This study was conducted as part of a project aiming to improve intersectoral care between dentists and general practitioners (8). The results of this literature review will be combined with an analysis of claims data and patient reported measures into a decision support system (DSS). The DSS targets links between dental con-

ditions and chronic systemic diseases managed in dental and primary care in Germany. The umbrella review focused on the chronic systemic diseases and dental conditions with the highest prevalence in Germany (9). The prevalence of these conditions in Germany is comparable to that of other Western European countries (10).

Data sources

The scope of the review was defined using the PICO structure (11). The target population was defined as patients with a combination of 1) a chronic systemic disease and 2) 1 of the 3 dental conditions with the highest burden of disease: periodontitis (*International Classification of Diseases, 10th Revision* [ICD-10] K05), dental caries (ICD-10: K02.0), and tooth loss (ICD-10: K08.1) (12,13). There were no restrictions with respect to the type of (comparative) interventions or the (dental) health outcomes considered.

The search strategy was jointly developed by the authors (M.S., S.L., C.H., M.vdZ.) and sense-checked by 2 experts in dental and primary care and pharmacology. A librarian specializing in SRs reviewed the search strategy. For dental conditions the search terms were adjusted from the study by Haag et al (14).

The applied search strategy we used for PubMed is as follows:

```
("Dental Caries"[Mesh] OR "Periodontal Diseases"[Mesh] OR "Mouth, Edentulous"[Mesh]
OR ((tooth[tiab] OR teeth[tiab] OR dental) AND (caries[tiab] OR carious[tiab]
OR decay*[tiab] OR lesion*[tiab]))
OR "root caries"[tiab] OR "root decay"[tiab] OR "DMF Index"[tiab] OR
"DMFT"[tiab] OR "DMFS"[tiab]
OR periodontal disease*[tiab] OR periodontitis[tiab] OR periodontal
pocket*[tiab] OR periodontology[tiab]
OR "periodontal therapy"[tiab] OR periodontal treatment*[tiab] OR "period-
ontics"[tiab] OR "tooth loss"[tiab]
OR "number of teeth"[tiab] OR "shortened dental arch"[tiab] OR "functional
dentition"[tiab] OR edentul*[tiab]
OR "missing teeth"[tiab] OR "missing tooth"[tiab] OR prosthodontics[tiab])
AND ("Chronic Disease"[Mesh] OR "Disease Progression"[Mesh] OR "Cardio-
vascular Diseases"[Mesh]
OR "Diabetes Mellitus"[Mesh] OR "Lung Diseases, Obstructive"[Mesh] OR
"Pneumonia"[Mesh]
OR "Arthritis, Rheumatoid"[Mesh] OR ((disease[tiab] OR diseases[tiab] OR
condition[tiab]
OR illness[tiab] OR ill[tiab] OR diseased[tiab]) AND (chronic[tiab] OR chronic-
ally[tiab]
OR systemic[tiab] OR cardiovascular[tiab] OR cerebrovascular[tiab])) OR
"diabetes mellitus"[tiab]
```


OR "glycemic control"[tiab] OR diabetes[tiab] OR hyperglycemia[tiab] OR stroke[tiab] OR "cerebral ischemia"[tiab]
OR bronchitis[tiab] OR "pulmonary disease"[tiab] OR pneumonia[tiab] OR "rheumatoid arthritis"[tiab] OR Aspiration[tiab])
AND systematic[sb]
NOT ("animals"[Mesh] NOT "humans"[Mesh])

The search strategy was adapted for the searches in Embase, Cochrane, and LILACS. More details can be found here: <https://doi.org/10.11588/data/ORTPJN>.

Because of the multiple existing definitions for periodontitis, the search strategy was developed liberally to include a broad definition of periodontal disease. In addition, chronic diseases were addressed under various definitions (15). We used the term to refer to the definition by the World Health Organization (WHO): "Non-communicable diseases . . . also known as chronic diseases, are not passed from person to person. They are of long duration and generally slow progression" (16). To further refine the search and include results on specific chronic diseases, diabetes (ICD-10: E10-E14), cardiovascular disease (CVD) (ICD-10: I20-I25), and chronic respiratory diseases (ICD-10: J40-J47) were prioritized as highly prevalent chronic conditions (9). Additionally (in their initial and moderate phase), they can be primarily detected and comprehensively managed in primary care.

A comprehensive literature search was performed on the PubMed, Embase, Cochrane, and LILACS databases in October 2017, including articles published up to 2017. EndNote version X8.1 was used for reference management (Clarivate Analytics). Duplicate references were excluded before article assessment. Two reviewers (M.S. and M.vdZ.) screened the title and abstract of all articles independently, excluding all records that did not meet the inclusion criteria. Based on the results of title and abstract screening, the inclusion criteria for the full-text screening were extended for the 10 chronic systemic diseases with the highest burden of disease. Those were defined as diseases that cause the most combined death and disability in Germany (9): ischemic heart disease, low back and neck pain, sensory organ diseases, cerebrovascular disease, lung cancer, Alzheimer disease, skin diseases, diabetes, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and migraine. The full text for all remaining articles was retrieved where available. In a second round, the articles were assessed by full text, using the adapted inclusion and exclusion criteria. Differences in assessment were discussed by the 2 reviewers, and in case of disagreements, a third reviewer (S.L.) made the final decision to include or exclude the article. The data from the remaining full-text articles were then extracted and the quality of the articles assessed.

Study selection

After the database searches were conducted, all potential articles were aggregated in EndNote. The articles were screened by title and abstract for relevance. To ascertain interrater reliability, a calibration between the reviewers was conducted. The decision for inclusion or exclusion by both reviewers was compared for the first 100 screened articles and agreement was calculated by means of the Kappa value (17). Discrepancies were solved by an open discussion between the reviewers. If no consent could be reached, the third reviewer (S.L.) made the final decision.

Study inclusion criteria were 1) must be published in English; 2) must be an SR, a meta-analysis, or an umbrella review; 3) must be on patients with one of the predefined dental conditions (periodontitis, dental caries, or tooth loss) and a chronic systemic disease; and 4) must report on the link between the diseases. Studies were excluded if they 1) did not meet the inclusion criteria; 2) reported exclusively on children or animals; 3) did not report precisely the underlying search strategy; 4) contained no clear criteria for inclusion and exclusion of articles; 5) had not searched multiple databases; 6) did not include original studies; 7) reported on the same study as another included systematic review; 8) were included in another study that was already included; and 9) reported exclusively on a) a confounder and a dental condition but not a chronic systemic disease or b) a confounder and a chronic systemic disease but not a dental condition. The complete list of articles excluded in the full text screening, with reason for exclusion, can be found here: <https://doi.org/10.11588/data/ORTPJN>.

Data extraction

The data from the articles included for qualitative synthesis were independently extracted by the 2 reviewers by using a standardized data collection form. Quantitative synthesis was not possible, because the included systematic reviews reported on correlations between various combinations of diseases. The 2 reviewers independently assessed the methodologic quality of the identified studies using the AMSTAR 11-point checklist (18), a measurement tool for assessing the quality of reporting of systematic reviews. Studies were designated as low quality if they met 0 to 3 criteria, moderate quality if they met 4 to 7 criteria, and high quality if they met 8 to 10 criteria. Discrepancies were discussed between the reviewers until agreement was reached on all items (Table 1). After this, the remaining articles were assessed.

Results

The search strategy was applied on the literature databases PubMed, Embase, Cochrane, and LILACS. We initially identified 1,249 articles; 992 remained after duplicates were removed.

Based on ratings of the 100 first-screened articles, there was good interrater reliability between the 2 reviewers ($\kappa = 0.74$). During title and abstract screening, 725 articles were excluded. The remaining 267 articles were evaluated for eligibility in a full-text assessment, and 235 were excluded (Figure 1). Thirty-two studies met the inclusion criteria and were included in the qualitative synthesis (Table 2).

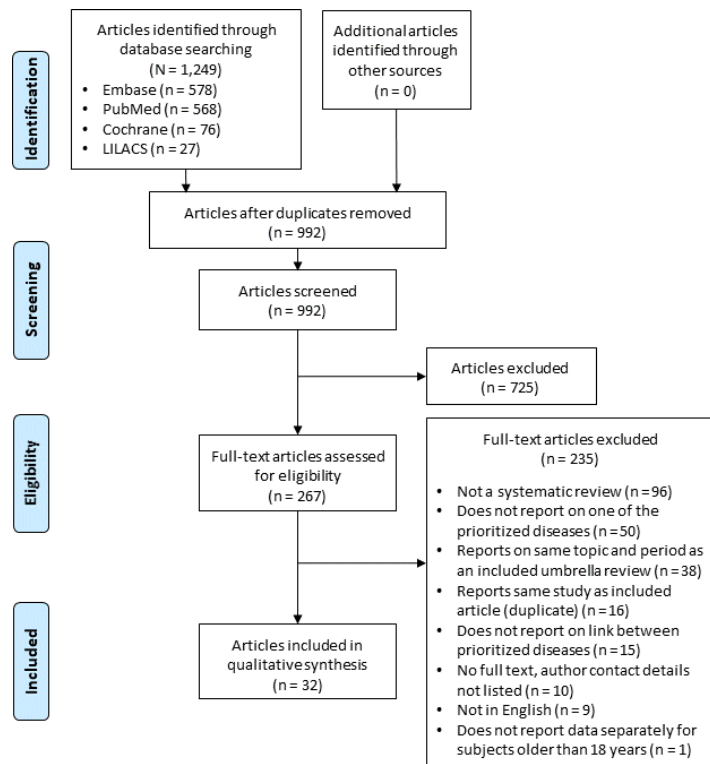


Figure 1. Flow diagram showing exclusion and inclusion process during the literature review based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) system. Articles were screened for an umbrella review of systematic reviews published between 1995 and 2017 on correlation between prevalent dental conditions and chronic diseases in Germany.

Methodologic quality of systematic reviews

The quality of all SRs included in the qualitative synthesis was assessed using the 11-point AMSTAR checklist (Table 1). In our assessment, SRs met between 3 and 10 of the possible 11 criteria (median = 6). No review complied with all 11 points of the tool.

Criterion 3 (“Was a comprehensive literature search performed?” [n = 32]) and criterion 6 (“Were the characteristics of the included studies provided?” [n = 31]) were met by nearly every SR. Criterion 11 (“Was the conflict of interest included?” [n = 5]) was rarely met. Criterion 7 (“Was the scientific quality of the included

studies assessed and documented?” [n = 23]) and criterion 10 (“Was the likelihood of publication bias assessed?” [n = 12]) were fulfilled by many of the studies. Two studies were determined to be low quality, 26 studies were moderate quality, and 4 studies were high quality.

Characteristics of included SRs

The primary studies included in the SRs were conducted between 1995 (24) and May 2017 (21) (Table 2). The included SRs varied in diverse aspects. Multiple primary studies, including randomized controlled trials (RCTs) (14,15), case-control studies (CCSs) (22,23), cross-sectional studies (22,23), cohort studies (22), clinical trials (25), observational studies (32), mixed-method studies (32), pilot studies (41), and population surveys (41) were examined. The primary studies differed by study population, from 303 participants in an RCT (37) to 1,025,340 subjects in a CCS (39). They also differed by location; studies were conducted in Europe (Austria, Belgium, France, Germany, Greece, Italy, Norway, Poland, Portugal, Spain, Sweden), North America (United States), South America (Brazil), and Asia (China, Iran, Japan, Saudi Arabia, South Korea, Taiwan).

Fifteen different disease combinations were examined in the included SRs (Table 3). Multiple studies reported on common risk factors that can have a progressive effect on dental and chronic systemic conditions. The most frequently mentioned were smoking (21,23,35,36,39,41,43,44,46–48,50), age (23,35,36,39,41,43,47), sex (35,36,39,41,43), and body mass index (BMI) or overweight (35,36,39,44,46).

In addition to reporting on common risk factors, multiple studies reported on chronic systemic diseases increasing the risk of developing a dental condition and vice versa. D’Aiuto et al (26) reported strong evidence for T2DM being a risk factor for periodontal diseases. Leng et al (36) reported that patients with a periodontal disease have a significantly increased risk for developing coronary heart disease, and patients with periodontitis have an elevated risk for myocardial infarction (47). Multiple studies reported on associations between cerebrovascular diseases (eg, stroke) and dental conditions. For example, Lafon et al (33) reported that the risk of ischemic or hemorrhagic stroke was higher for people with periodontitis (estimated adjusted risk, 1.63 [95% confidence interval (CI), 1.25–2.00]) and that tooth loss is a significant risk factor for stroke (estimated adjusted risk, 1.39 [95% CI, 1.13–1.65]). Likewise, Leira et al (35) found that the risk of cerebral ischemia was higher in subjects with periodontitis (relative risk, 2.88 [95% CI, 1.53–5.41]), suggesting a positive association between ischemic stroke and the prevalence of periodontitis. Another study reported that periodontal disease significantly increases the risk of COPD (49).

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors’ affiliated institutions.

Summary of the systematic reviews

The studies included in the analysis reported on 107 correlations between dental conditions and chronic systemic diseases. Among the 32 SRs included in the qualitative synthesis, 6 were umbrella reviews. These 6 umbrella reviews incorporated 98 SRs, but 2 of the umbrella reviews investigated multiple disease correlations, not all of which met the inclusion criteria of this review. Therefore, in the analysis of disease correlations, 107 SRs were included.

The most frequently observed dental condition that was correlated with chronic systemic diseases was periodontitis (n = 88). Links between tooth loss and chronic systemic diseases (n = 11) and dental caries with chronic systemic diseases (n = 8) were observed less often.

In terms of chronic systemic diseases, most correlations with dental conditions were identified for T2DM (n = 51) and CVD (n = 41). Less frequently observed were correlations with cerebrovascular disease (n = 8), COPD (n = 3), dementia (n = 2), psoriasis (n = 1), and lung cancer (n = 1).

Most disease correlations were found for periodontitis with T2DM (n = 46) (19–21,24,26,29,30,38,40) and periodontitis with CVD (n = 33) (23,27,28,31,34,36,37,39,41–44,47,48). This was followed by SRs indicating correlations of tooth loss with CVD (n = 6) (28), periodontitis with cerebrovascular disease (n = 4) (25,28,32,35), and dental caries with T2DM (n = 4) (26). For the remaining diseases, between 0 and 2 correlations were observed.

The results of the data extraction showed that the included SRs indicated that there was an absence of causal evidence between the reported diseases. This was reported for correlations of CVD with periodontitis (42,48) and cerebrovascular disease with dental caries (29). None of the included SRs, which reported on links between periodontitis and diabetes mellitus, reported to have specifically investigated about causal inference concerning the examined diseases (Figure 2).

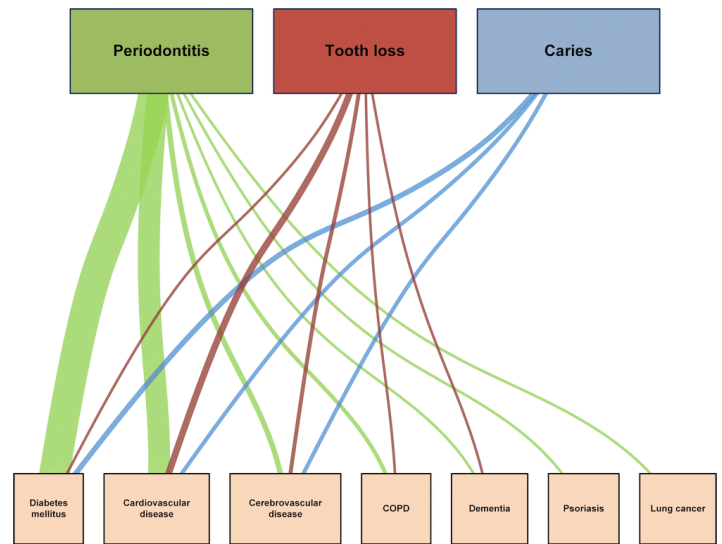


Figure 2. Illustration of the number of identified systematic reviews that showed disease correlations, umbrella review of systematic reviews published between 1995 and 2017 on correlation between prevalent dental conditions and chronic diseases in Germany. Width of lines illustrates the number of systematic reviews that report on the disease combinations. Abbreviation: COPD, chronic obstructive pulmonary disease.

Discussion

In our umbrella review, we found that of all the interrelationships between dental conditions and chronic systemic diseases described in the included systematic reviews, periodontitis was the dental condition with the most reported correlations to chronic systemic diseases and T2DM was the chronic condition for which most correlations to dental conditions were found. The most frequently reported correlations were 1) periodontitis with T2DM and 2) periodontitis with CVD.

The identified correlations should be carefully considered in the care provided to multimorbid patients with combinations of dental conditions and chronic systemic diseases. These patients may potentially benefit from an increased sensibility and awareness of practitioners for disease correlations, the potential for earlier diagnosis, and better coordination of the attending physicians. In this context, our findings can support practitioners by highlighting correlating diseases through common risk factors (eg, smoking) and disease indicators (eg, high hemoglobin A1c). For example, dentists treating patients with difficulties in controlling chronic periodontitis should consider the possibility of correlating chronic systemic conditions that worsen recovery and accelerate recurrence, such as T2DM. By coordinating the treatment with the attending physician or diabetes specialist, treatment and control of both correlating diseases can be improved. Better integration of diabetes

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

and periodontal care has also been highlighted in international medical guidelines (52,53). Further improvement of intersectoral care necessitates that both dentist and general practitioner are sufficiently aware of existing correlations between dental conditions and chronic systemic diseases and how these correlations may influence treatments. For the treatment of diseases that are linked but treated by separate groups of health care professionals, communication, information exchange, and decision support can contribute to greater quality of care. At the same time, unnecessary medical interventions should be avoided if there is no solid evidence base supporting a possible benefit for the patient.

As for the correlation of periodontitis with T2DM, our findings indicate substantial evidence. In addition, the included studies suggest that the treatment of periodontitis may improve the glycemic regulation of T2DM patients (19,20,24,26,29,30). Although the association between periodontitis and T2DM was most frequently studied among the included SRs, the SRs did not report to have specifically investigated about causal inference concerning the relationship between both diseases. Conversely, all SRs that investigated causality between dental conditions and other chronic diseases reported congruently about insufficient evidence to determine causality. As a result, we could not ultimately confirm that the identified relationships are causal.

For 2 disease correlations, periodontitis with T2DM and periodontitis with CVD, the existence of a correlation could be confirmed by multiple SRs. In case of other disease correlations (tooth loss with CVD, dental caries with DM, and periodontitis with cerebrovascular disease), evidence was present for only a few reviews ($n = 4-6$). There was evidence of a correlation for the remaining conditions, although it was limited ($n = 1-2$), and the existing evidence is still unclear. Regardless of the level of evidence for any of the correlations, the conclusiveness of currently existing evidence often remains vague. In some cases, studies contradicted or differed from each other with regard to the assessment.

When assessing potential causal pathways between dental conditions and chronic systemic diseases, common risk factors play an important role. They can have a direct or indirect impact on multiple disease entities. The SRs frequently reported common risk factors for dental and chronic systemic conditions, including smoking, age, sex, and BMI/overweight. A study by Sheiham and Watt (54) reported additionally about diet, hygiene, alcohol use, stress, and trauma as important common risk factors. Because common risk factors increase the possibility of further diseases in chronically ill patients, they can be used as indicators for the development or presence of another related disease. Raising health care practitioners' awareness of this issue may improve the prevention and early detection of comorbidities for chronically ill patients. In the context of intersectoral patient care, common risk

factors should be considered to identify patients who should be referred to another specialist to verify a suspected comorbidity. Patients with comorbidities in particular could benefit from a better cooperation and coordination among the attending practitioners in various disciplines (7).

The study has several limitations. First, because of the heterogeneous quality of the included SRs, the evidence on links between chronic systemic and dental conditions should be interpreted with caution. However, to counteract the risk of bias by including heterogeneous and low-quality SRs, we assessed the quality of the reviews with the AMSTAR (18) tool, and the evaluation showed that the heterogeneity was moderate: 2 reviews were low quality, 26 were moderate quality, and 4 were high quality. In addition, the large number of included studies necessitated a more general overview than would be possible in a study focusing on specific diseases. However, this umbrella review was designed to summarize existing knowledge for links between dental conditions and chronic systemic diseases from a broad perspective. Because we used a broad search strategy, our search may not have identified studies using definitions that are not common in literature. In order not to miss any relevant SR or disease in spite of the broad search strategy, we included the most commonly used terms for each of the focused diseases, including key terms and categorizations used in each database. Medical terms that are often hidden under various classifications and definitions (eg, periodontitis [55]: chronic periodontitis, periodontosis, aggressive periodontitis, periodontal disease) were included, and the search was checked by 2 experts to ensure that all relevant terms were included.

Second, the included SRs documented various disease correlations, including different types of studies, populations, interventions, and outcomes. This, and differences in the research questions of the included SRs, restricted the comparability of our results. This showcases a high degree of heterogeneity in the literature on chronic-dental disease links. For example, numerous definitions and biomarkers for periodontitis have been used in the literature, and this may affect any overview of studies reporting on correlations between periodontal and chronic systemic diseases. Third, given the variety of chronic systemic diseases and the specific context for which this study was conducted, we prioritized chronic systemic diseases according to the prevalence of disease in Germany. Therefore, our findings may not be generalizable to other settings or contexts. We set this priority because the ultimate objective of this project (8) is to apply our findings to German routine care and to improve multimorbid patient care by general practitioners and dentists. But because the burden of disease in Germany is similar to that of other Western European countries (10) and because the consideration and treatment of patients with

dental conditions and general diseases is analogous worldwide, our findings are more broadly transferable.

Despite the limitations, to our knowledge our study is the first that provides a systematic and comprehensive overview and quality assessment of the evidence on correlations between highly prevalent dental conditions and chronic diseases, as reported in previously published SRs. Given the worldwide high prevalence and incidence of dental conditions and increasing co-occurrence with chronic systemic diseases, our findings are relevant and raise awareness for potential opportunities of better integrating medical and dental care.

Future research direction

The presented overview of correlations between dental conditions and chronic systemic diseases could be used as a guide to prioritize future studies on disease interdependencies, with particular attention being given to making causal inference. Focus should be set on the identification of the best-substantiated correlations and gaps in the study of disease correlations. To reduce uncertainties and to adequately raise awareness for disease correlations, it is important to provide health care practitioners and patients with information about the extent to which there is decisive evidence with respect to (potentially) causal disease links. For this purpose, clinical guidelines for intersectoral care could improve patient care. Yet, in the absence of robust and decisive evidence, guideline development continues to be highly challenging. In addition, even when guidelines can be developed, serious concerns have been raised about the persistence of “implementation gaps” (7,56). To promote the development of intersectoral guidelines and provide practitioners with fundamental knowledge about disease correlations, research should focus on the underlying causes and extent of disease relationships. Furthermore, it should be assessed how and to what extent interventions can support the treatment and prevention of correlating diseases. Research into the causality underlying disease correlations is an important basis for guiding interdisciplinary collaboration and development of guidelines.

Not least, another promising opportunity to improve the translation from knowledge into action is the development of electronic decision support systems, such as the initiatives conducted by the Agency for Healthcare Research and Quality (57). Thereby, to promote joint considerations of practitioners who treat patients with comorbid conditions, it is also important to decipher the role of common risk factors, which may serve as early markers to initiate pathways of intersectoral care.

Conclusion

This review contributes to the literature by comprehensively summarizing the evidence, identifying and evaluating the most fre-

quently reported disease correlations and common risk factors, and aggregating the information to provide information about the extent to which there is decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes. The most frequently reported correlations were found for periodontitis with diabetes mellitus type 2 and for periodontitis with cardiovascular disease. Associated common risk factors were smoking, age, sex and overweight. Correlations between dental and chronic systemic diseases have frequently been reported but the existing evidence remains unclear with respect to causal inference. Future research should therefore focus on the causality of disease links in order to provide more decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes. More decisive evidence would also be relevant for future prioritization in the design of intersectoral care processes and the development of electronic decision support systems.

Acknowledgments

Grant support for this project was provided by the Federal Joint Committee (G-BA) Innovation Fund, grant agreement no. 01VSF16052. This review was conducted as part of the Dent@Prevent project. Consortium members of the Dent@Prevent project have included Andreas Bartols, Joachim Bentz, Katja Blaschke, Joachim Fessler, Petra Knaup-Gregori, Christian Haux, Martin Hellmich, Olivier Kalmus, Stefan Listl, Bernt-Peter Robra, Christina Samel, Tanja Schamma, Ingrid Schubert, Max W. Seitz, Kirsten Smits, Jochen Walker, Winfried Walther, Marieke M. van der Zande. We thank all contributors to the Dent@Prevent project. No copyrighted materials/surveys/instruments/tools were used in our study.

M. W. Seitz and M. van der Zande contributed to conception, design, data acquisition, analysis, and interpretation, and drafted and critically revised the manuscript. A. Bartols, I. Schubert, K. Blaschke, and C. Haux contributed to design and interpretation and critically revised the manuscript. S. Listl contributed to conception, design, and interpretation and critically revised the manuscript. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Author Information

Corresponding Author: Max W. Seitz, Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Marsilius-Arkaden Turm West, Im Neuenheimer Feld 130.3, D-69120 Heidelberg, Germany. Telephone: 011-49-6221-56-7368. E-mail: max.seitz@med.uni-heidelberg.de.

Author Affiliations: ¹University of Heidelberg, Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg, Germany.

²Section for Translational Health Economics, Department of Conservative Dentistry, Heidelberg University, Heidelberg, Germany. ³Radboud University Medical Center, Radboud Institute for Health Sciences, Department of Dentistry — Quality and Safety of Oral Healthcare, Nijmegen, The Netherlands. ⁴Dental Academy for Continuing Professional Development, Karlsruhe, Germany. ⁵Christian-Albrechts-University Kiel, Clinic for Conservative Dentistry and Periodontology, Kiel, Germany. ⁶PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany.

References

1. Wang H, Naghavi M, Allen C, Barber RM, Bhutta ZA, Carter A, et al.; GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388(10053):1459–544.
2. Salomon JA, Wang H, Freeman MK, Vos T, Flaxman AD, Lopez AD, et al. Healthy life expectancy for 187 countries, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2144–62.
3. Wagner EH, Austin BT, Von Korff M. Organizing care for patients with chronic illness. *Milbank Q* 1996;74(4):511–44.
4. van den Akker M, Buntinx F, Metsemakers JF, Roos S, Knottnerus JA. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. *J Clin Epidemiol* 1998;51(5):367–75.
5. DuGoff EH, Canudas-Romo V, Buttorff C, Leff B, Anderson GF. Multiple chronic conditions and life expectancy: a life table analysis. *Med Care* 2014;52(8):688–94.
6. Linden GJ, Lyons A, Scannapieco FA. Periodontal systemic associations: review of the evidence. *J Clin Periodontol* 2013; 40(Suppl 14):S8–19.
7. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003;31(Suppl 1):3–23.
8. Haux C, Listl S, Ganzinger M, Schubert I, Knaup P. Towards an evidence-informed and patient centered decision support system for intersectoral care; 2017.
9. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global burden of disease; 2016. <http://www.healthdata.org/germany>. Accessed February 10, 2018.
10. Plass D, Vos T, Hornberg C, Scheidt-Nave C, Zeeb H, Krämer A. Trends in disease burden in Germany: results, implications and limitations of the Global Burden of Disease study. *Dtsch Arztebl Int* 2014;111(38):629–38.
11. Schardt C, Adams MB, Owens T, Keitz S, Fontelo P. Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Med Inform Decis Mak* 2007;7(1):16.
12. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, Flaxman A, Naghavi M, Lopez A, et al. Global burden of oral conditions in 1990-2010: a systematic analysis. *J Dent Res* 2013;92(7):592–7.
13. Petersen PE, Ogawa H. The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontol* 2000 2012;60(1):15–39.
14. Haag DG, Peres KG, Balasubramanian M, Brennan DS. Oral conditions and health-related quality of life: a systematic review. *J Dent Res* 2017;96(8):864–74.
15. Bernell S, Howard SW. Use your words carefully: what is a chronic disease? *Front Public Health* 2016;4:159.
16. World Health Organization. Noncommunicable diseases; 2016. http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/en/. Accessed January 20, 2018.
17. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)* 2012;22(3):276–82.
18. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol* 2007;7(1):10.
19. Abduljabbar T, Javed F, Shah A, Samer MS, Vohra F, Akram Z. Role of lasers as an adjunct to scaling and root planing in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Lasers Med Sci* 2017;32(2):449–59.
20. Abduljabbar T, Vohra F, Javed F, Akram Z. Antimicrobial photodynamic therapy adjuvant to non-surgical periodontal therapy in patients with diabetes mellitus: a meta-analysis. *Photodiagn Photodyn Ther* 2017;17:138–46.
21. Al-Hamoudi N. Is antimicrobial photodynamic therapy an effective treatment for chronic periodontitis in diabetes mellitus and cigarette smokers: a systematic review and meta-analysis. *Photodiagn Photodyn Ther* 2017;19:375–82.
22. Azarpazhooh A, Leake JL. Systematic review of the association between respiratory diseases and oral health. *J Periodontol* 2006;77(9):1465–82.
23. Batista RM, Zandonade E, Roelke LH, Emmerich AO, Rosetti EP, Molina MC, et al. Association between periodontal disease and subclinic atherosclerosis: a systematic review. [Associação entre doença periodontal e aterosclerose subclínica: Uma revisão sistemática.]. *J Vasc Bras* 2011;10(3):229–38.

24. Botero JE, Rodríguez C, Agudelo-Suarez AA. Periodontal treatment and glycemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review. *Aust Dent J* 2016; 61(2):134–48.
25. Dai R, Lam OL, Lo EC, Li LS, Wen Y, McGrath C. A systematic review and meta-analysis of clinical, microbiological, and behavioural aspects of oral health among patients with stroke. *J Dent* 2015;43(2):171–80.
26. D’Aiuto F, Gable D, Syed Z, Allen Y, Wanyonyi KL, White S, et al. Evidence summary: the relationship between oral diseases and diabetes. *Br Dent J* 2017;222(12):944–8.
27. D’Aiuto F, Orlandi M, Gunsolley JC. Evidence that periodontal treatment improves biomarkers and CVD outcomes. *J Periodontol* 2013;84(4Suppl):S85–105.
28. Dietrich T, Webb I, Stenhouse L, Pattni A, Ready D, Wanyonyi KL, et al. Evidence summary: the relationship between oral and cardiovascular disease. *Br Dent J* 2017; 222(5):381–5.
29. Faggion CM Jr, Cullinan MP, Atieh M. An overview of systematic reviews on the effectiveness of periodontal treatment to improve glycemic control. *J Periodontal Res* 2016; 51(6):716–25.
30. Hasuie A, Iguchi S, Suzuki D, Kawano E, Sato S. Systematic review and assessment of systematic reviews examining the effect of periodontal treatment on glycemic control in patients with diabetes. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017; 22(2):e167–76.
31. Kelly JT, Avila-Ortiz G, Allareddy V, Johnson GK, Elangovan S. The association between periodontitis and coronary heart disease: a quality assessment of systematic reviews. *J Am Dent Assoc* 2013;144(4):371–9.
32. Kothari M, Pillai RS, Kothari SF, Spin-Neto R, Kumar A, Nielsen JF. Oral health status in patients with acquired brain injury: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2017;123(2):205–219.e207.
33. Lafon A, Pereira B, Dufour T, Rigouby V, Giroud M, Béjot Y, et al. Periodontal disease and stroke: a meta-analysis of cohort studies. *Eur J Neurol* 2014;21(9):1155–61, e66–7.
34. Lam OLT, Zhang W, Samaranayake LP, Li LSW, McGrath C. A systematic review of the effectiveness of oral health promotion activities among patients with cardiovascular disease. *Int J Cardiol* 2011;151(3):261–7.
35. Leira Y, Seoane J, Blanco M, Rodríguez-Yáñez M, Takkouche B, Blanco J, et al. Association between periodontitis and ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 2017;32(1):43–53.
36. Leng WD, Zeng XT, Kwong JSW, Hua XP. Periodontal disease and risk of coronary heart disease: an updated meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cardiol* 2015; 201:469–72.
37. Li C, Lv Z, Shi Z, Zhu Y, Wu Y, Li L, et al. Periodontal therapy for the management of cardiovascular disease in patients with chronic periodontitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;(8):CD009197.
38. Lira R, Santos CM, Oliveira BH, Fischer RG, Santos A. Effects on HbA1c in diabetic patients of adjunctive use of systemic antibiotics in nonsurgical periodontal treatment: a systematic review. *J Dent* 2017;66:1–7.
39. Martin-Cabezas R, Seelam N, Petit C, Agossa K, Gaertner S, Tenenbaum H, et al. Association between periodontitis and arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J* 2016;180:98–112.
40. Mauri-Obradors E, Estrugo-Devesa A, Jané-Salas E, Viñas M, López-López J. Oral manifestations of Diabetes Mellitus. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017; 22(5):e586–94.
41. Orlandi M, Suvan J, Petrie A, Donos N, Masi S, Hingorani A, et al. Association between periodontal disease and its treatment, flow-mediated dilatation and carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis* 2014;236(1):39–46.
42. Sanchez P, Everett B, Salamonson Y, Ajwani S, George A. Oral healthcare and cardiovascular disease: a scoping review of current strategies and implications for nurses. *J Cardiovasc Nurs* 2017;32(3):E10–20.
43. Schmitt A, Carra MC, Boutouyrie P, Bouchard P. Periodontitis and arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2015;42(11):977–87.
44. Teeuw WJ, Slot DE, Susanto H, Gerdes VE, Abbas F, D’Aiuto F, et al. Treatment of periodontitis improves the atherosclerotic profile: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2014;41(1):70–9.
45. Tonsekar PP, Jiang SS, Yue G. Periodontal disease, tooth loss and dementia: Is there a link? A systematic review. *Gerodontology* 2017;34(2):151–63.
46. Ungprasert P, Wijarnpreecha K, Wetter DA. Periodontitis and risk of psoriasis: a systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2017;31(5):857–62.
47. Xu S, Song M, Xiong Y, Liu X, He Y, Qin Z. The association between periodontal disease and the risk of myocardial infarction: a pooled analysis of observational studies. *BMC Cardiovasc Disord* 2017;17(1):50.
48. Zeng XT, Leng WD, Lam YY, Yan BP, Wei XM, Weng H, et al. Periodontal disease and carotid atherosclerosis: a meta-analysis of 17,330 participants. *Int J Cardiol* 2016; 203:1044–51.
49. Zeng XT, Tu ML, Liu DY, Zheng D, Zhang J, Leng W. Periodontal disease and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis of observational studies. *PLoS One* 2012;7(10):e46508.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors’ affiliated institutions.

50. Zeng XT, Xia LY, Zhang YG, Li S, Leng WD, Kwong JS. Periodontal disease and incident lung cancer risk: a meta-analysis of cohort studies. *J Periodontol* 2016;87(10):1158–64.
51. Glennly AM, Esposito M, Coulthard P, Worthington HV. The assessment of systematic reviews in dentistry. *Eur J Oral Sci* 2003;111(2):85–92.
52. IDF Clinical Guidelines Task Force. *IDF Guideline on oral health for people with diabetes*. Brussels: International Diabetes Federation; 2009.
53. Sanz M, Ceriello A, Buysschaert M, Chapple I, Demmer RT, Graziani F, et al. Scientific evidence on the links between periodontal diseases and diabetes: consensus report and guidelines of the joint workshop on periodontal diseases and diabetes by the International diabetes Federation and the European Federation of Periodontology. *Diabetes Res Clin Pract* 2018;137:231–41.
54. Sheiham A, Watt RG. The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000;28(6):399–406.
55. Savage A, Eaton KA, Moles DR, Needleman I. A systematic review of definitions of periodontitis and methods that have been used to identify this disease. *J Clin Periodontol* 2009;36(6):458–67.
56. Sippli K, Rieger MA, Huettig F. GPs' and dentists' experiences and expectations of interprofessional collaboration: findings from a qualitative study in Germany. *BMC Health Serv Res* 2017;17(1):179.
57. Agency for Healthcare Research and Quality. *Advancing excellence in health care. Global burden of disease; 2018*. <https://cde.ahrq.gov/>. Accessed May 14, 2018.

Tables

Table 1. Results of the Quality Assessment for Included Systematic Reviews Using AMSTAR Checklist, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study (year)	1. A Priori Design	2. Duplicate Selection	3. Literature Search	4. Status of Publication	5. List of Studies	6. Characteristics of Studies	7. Quality of Studies	8. Scientific Quality	9. Appropriate Methods	10. Likelihood of Bias	11. Conflict of Interest	Score
Abduljabbar, Javed et al (2017) (19)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	7
Abduljabbar, Vohra et al (2017) (20)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
Al-Hamoudi (2017) (21)	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4
Azarpazhoo and Leake (2006) (22)	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4
Batista et al (2011) (23)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
Botero et al (2016) (24)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	9
Dai et al (2015) (25)	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7
D'Aiuto et al (2017) (26)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
D'Aiuto et al (2013) (27)	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	5
Dietrich et al (2017) (28)	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
Faggion et al (2016) (29)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
Hasuike et al (2017) (30)	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	7
Kelly et al (2013) (31)	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	7
Kothari et al (2017) (32)	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5
Lafon et al (2014) (33)	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	5
Lam et al (2011) (34)	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Leira et al (2017) (35)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	7
Leng et al (2015) (36)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Li et al (2014) (37)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
Lira et al (2017) (38)	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
Martin-Cabezas et al (2016) (39)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
Mauri-Obradors et al (2017) (40)	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
Orlandi et al (2014) (41)	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7
Sanchez et al (2017) (42)	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Schmitt et al (2015) (43)	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
Teeuw et al (2014) (44)	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	5
Tonsekar et al (2017) (45)	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6
Ungprasert et al (2017) (46)	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	7

Abbreviation: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 1. Results of the Quality Assessment for Included Systematic Reviews Using AMSTAR Checklist, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study (year)	1. A Priori Design	2. Duplicate Selection	3. Literature Search	4. Status of Publication	5. List of Studies	6. Characteristics of Studies	7. Quality of Studies	8. Scientific Quality	9. Appropriate Methods	10. Likelihood of Bias	11. Conflict of Interest	Score
Xu et al (2017) (47)	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	6
Zeng, Leng et al (2016) (48)	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6
Zeng et al (2012) (49)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Zeng, Xia et al (2016) (50)	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6

Abbreviation: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
Abdul-jabbar, Javed et al (2017) (19)	Up to March 2016	RCTs	6 Studies, 18–64 patients per study	T2DM	Chronic periodontitis	Laser therapy or antimicrobial photodynamic therapy after SRP	Clinical periodontal outcomes and glycemic outcomes	NA	Jadad	LT alone or aPDT showed significant improvement in the clinical periodontal parameters and glycemic levels in T2DM patients. Future RCTs are warranted to confirm these findings.
Abdul-jabbar, Vohra et al (2017) (20)	Up to October 2016	RCTs	4 Studies, 53–75 patients per study	DM	Chronic periodontitis	aPDT plus SRP/control SRP only	Clinical periodontal outcomes and glycemic outcomes	NA	Jadad	aPDT improved clinical periodontal and glycemic parameters in DM patients. When compared with SRP alone, none of the studies showed additional benefits of aPDT.
Al-Hamoudi (2017) (21)	Up to May 2017	RCTs	6 Studies in Brazil and Saudi Arabia. Number of participants, 20–30; 4 studies of patients with T2DM, 3 studies with cigarette smokers	T2DM	Chronic periodontitis	SRP plus aPDT, (control SRP only)	Clinical (PD reduction and CAL gain): microbiological (bacterial count) and immunological (cytokine profile) outcomes	Smoking	Modified Jadad quality scale for reporting randomized controlled trials	SRP plus aPDT improved clinical periodontal and immunological parameters in T2DM and cigarette smokers, no benefits of aPDT compared with SRP alone.
Azarpazhooh and Leake (2006) (22)	Up to July 2005	Case-control and cross-sectional for COPD	Periodontal disease and COPD: 2 cross-sectional studies and 2 case-control studies; 46 to 13,792 participants	COPD	Periodontal disease, tooth loss (dentulous and edentulous patients): dental plaque	Tooth brushing, decontamination/rinsing	Risk of pneumonia/risk of COPD	NA	NA	Fair evidence of an association of pneumonia with oral health, poor evidence supporting a weak association (OR <2.0) between COPD and oral health, good evidence (I, grade A recommendation) that oropharyngeal decontamination with different antimicrobial interventions reduces the progression or occurrence of respiratory diseases.
Batista et al (2011) (23)	Up to May 2010	Longitudinal, cross-sectional, and case-control studies, measuring PD and	Longitudinal, cross-sectional, and case-control studies, measuring PD and athero-	Atherosclerosis	Periodontal disease: measures not standardized	NA	Intima-media thickness (atherosclerosis measure)	See Table 3 per study, no confounders assessed	NA	Although most studies reviewed found a positive association between PD and atherosclerosis, methodological limitations raise doubts on the validity. All included

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		atherosclerosis clinically	sclerosis clinically					in all studies (mostly age and smoking)		studies found a significant association.
Botero et al (2016) (24)	1995 to July 2015	Systematic reviews, with or without meta-analyses	13 Systematic reviews, ranging from 2 studies with 143 participants to 35 studies with 2,565 participants (mostly included RCTs, some also non-RCTs)	DM type 1 and T2DM	Periodontitis	Nonsurgical periodontal treatment, with/without antibiotics (2 studies, flap surgery)	Glycemic control: HbA1c or fasting glucose levels	NA	AMSTAR	Periodontal treatment could help improve glycemic control in patients with T2DM and periodontitis (10/12 systematic reviews with meta-analysis). Whether reduction in HbA1c values (0.23 to 1.03 percentage points) is significant for T2DM treatment and control is unclear. Impact of PT in patients with type 1 diabetes and adjunctive antimicrobials is inconclusive. Eight Reviews were of high quality, 5 moderate, 1 low. Three reviews had low risk of bias, 6 were unclear, and 5 high.
Dai et al (2015) (25)	Up to November 2013	Observational studies (clinical trials were excluded)	23 Observational studies: 6 tooth loss, 4 caries, 3 oral hygiene, 4 periodontal health, with 20–706 patients per study	Stroke	Tooth loss, periodontitis, caries experience	NA	Oral health outcomes and oral health-related behaviors	Oral health behaviors	MORE	Poorer oral health status among patients with a stroke diagnosis compared with healthy controls, greater tooth loss, higher dental caries experience, and poorer periodontal status.
D’Aiuto et al (2017) (26)	2005–2015	Systematic reviews/meta-analyses	30 Systematic reviews: 5–78 studies included per review. Number of participants unclear. Various types of studies included in systematic reviews.	DM	Periodontal disease, tooth loss, caries	NA	Bidirectional relationship, oral health–diabetes	NA	AMSTAR	Strong evidence of T2DM being a risk factor for periodontal diseases, weak evidence in relation to type 1 diabetes. Weak evidence in relation to dental caries experience in children. Limited evidence of periodontitis being a risk factor for diabetes, but evidence of periodontal treatment leading to modest short-term improvement in glycemic control (not sustained beyond 3

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors’ affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
D'Aiuto et al (2013) (27)	Up to July 2012	RCT for meta-analysis	14 Studies: 32–160 participants per study	CVD	Periodontal disease	SRP or surgical treatment, tooth extraction, antibiotics	CVD risk factors	Biomarkers subject to methodological and environmental confounders	NA	months). Main consistent finding after periodontal therapy was a reduction of serum levels of CRP (stable measure of systemic inflammation) and an improvement of measures of endothelial function (which represents a surrogate marker of CVD).
Dietrich et al (2017) (28)	2005–2015	Systematic reviews and/or meta-analyses	22 Systematic reviews. 3–89 studies per systematic review of various types. Number of participants not reported	CVD	Oral health: periodontitis, caries, tooth loss	Oral health promotion, periodontal treatment	NA	NA	AMSTAR and PRISMA	High quality evidence of association between CVD and oral health. Mainly association between chronic periodontitis and atherosclerotic heart disease and is independent of confounding factors. No causal relationship has been established. Firm association between oral health (periodontitis, caries and tooth loss) and atherosclerotic cardiovascular disease, that is, coronary heart disease, stroke, and peripheral vascular disease. Little or no evidence to support any links between oral health and other forms of cardiovascular disease that are non-atherosclerotic such as HT, arrhythmias, and heart failure. Periodontal therapy is associated with reductions in surrogate markers of atherosclerotic CVD.
Faggion et al (2016) (29)	Up to March 2015	Systematic reviews with meta-analyses	11 Meta-analyses, original studies based on 12–514 patients	DM type 1 and T2DM	Periodontal disease	Periodontal treatment	HbA1c levels	NA	AMSTAR and OQAQ	SRs showing an average decrease of 0.46% (median, 0.40%) of HbA1c levels. These values, nevertheless, are not significant when meta-analyses of longer follow-ups (up to 6 mos) are evaluated. Furthermore, most primary studies in-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
										cluded in those SRs had several methodological limitations.
Hasuike et al (2017) (30)	Up to July 2015	Systematic reviews with meta-analysis	9 Studies, 60–1,135 participants	DM type 1 and T2DM	Periodontal disease	Periodontal treatment with or without adjunctive use of local drug delivery and systemic antibiotics.	Changes in HbA1c	NA	AMSTAR	Significant effect of periodontal treatment on improvement of HbA1c levels in diabetes patients, although effect size is extremely small. In addition to this small effect size, the supporting evidence cannot be regarded as high quality.
Kelly et al (2013) (31)	Up to May 2012	Systematic reviews	13 Systematic reviews, 9 with meta-analyses. Not reported how many studies were included in each systematic review	Chronic heart disease	Periodontal disease	NA	Quality appraisal	NA	AMSTAR and Glenny et al (51)	Apart from analyzing the methodological and structural quality of the selected systematic reviews and meta-analyses, we did not attempt to perform any outcome analyses. There was substantial heterogeneity in the types of articles included in the 13 reviews, with varying study designs including cohort, cross-sectional, case-control, and RCTs.
Kothari et al (2017) (32)	Through January 2016	Observational studies, case-control studies, and 1 mixed-methods study	27 Studies; no information on number of participants per study	Acquired brain injury, including cerebrovascular diseases	Tooth loss, periodontal status, caries	Professional oral health care or oral hygiene instruction (in some studies)	NA	NA	NA	Currently low level of interest in topic. All included studies reported poor oral health in patients with brain injury. Studies also showed significant improvements in oral health if appropriate measures were implemented at rehabilitation settings. Stroke patients seemed to present with higher incidence of missing teeth and tooth mobility.
Lafon et al (2014) (33)	Up to April 2012	Cohort studies	9 Studies: 5 in North America, started during 1970–1980. Participants ranged from	Stroke	Periodontal disease	NA	Periodontitis and tooth loss	NA	Evaluation grid	Results suggested a link between stroke and periodontal diseases. The association was significant for periodontitis and tooth loss. The risk of ischemic or hemor-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			1,137–51,529. Length of follow-up from 12–57 years							rhagic stroke was higher in people with periodontitis (estimated adjusted risk, 1.63 [1.25–2.00]). Tooth loss was also a significant risk factor for stroke (estimated adjusted risk, 1.39 [1.13–1.65]). In this review, gingivitis did not significantly influence the occurrence of stroke.
Lam et al (2011) (34)	NA	3 RCTs, 3 pre–post interventions, 1 split-mouth, 1 quasi-experimental	8 Studies, ranging from 6–303 patients	CVD	Oral health: periodontal health	Oral health instruction, extractions, periodontal treatment	Periodontal health and changes in systemic blood marker levels	NA	NA	Periodontal interventions were found to be capable of modifying numerous surrogate markers of cardiovascular outcomes including CRP, Ox-LDL, WBC, fibrinogen, IL-6, and endothelial dysfunction. It must be accepted, however, that neither a cause-and-effect relationship, nor the exact mechanism whereby periodontal disease may affect cardiovascular disease risk has been established. Whether the reduction of systemic inflammatory markers can truly decrease the risk of secondary cardiovascular events remains to be shown by studies of longer duration. Interventions aimed at improving periodontal parameters such as plaque and gingival bleeding were successful in patients with HT, CHD, and previous heart transplantation. Periodontal interventions were less successful at effecting changes in Csa-induced gingival overgrowth in heart transplantation patients. None of the effective articles included assessments on the effect of oral promotion interventions on oral microflora.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; Csa, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
Leira et al (2017) (35)	Up to March 2015	3 cohort (retrospective and prospective), 5 case-control studies	8 Studies, 95–9,962 patients. Europe, North America, and Asia. Data collected between 1968 and 2012	Ischemic stroke (assessed as acute ischemic lesion on brain imaging and/or neurological deficit, TOAST and ICD)	Periodontitis (assessed with CAL, PPD, and radiographic bone loss)	NA	Risk of ischemic stroke	Most commonly adjusted vascular risk factors were: age, sex, DM, HT, smoking status, hypercholesterolemia, and BMI	GRADE	Suggested a positive association between ischemic stroke and prevalence of periodontitis. The risk of cerebral ischemia was higher in subjects with periodontitis (RR, 2.88 [95% CI, 1.53–5.41]).
Leng et al (2015) (36)	Up to May 2015	Prospective cohort studies	15 Studies enrolling 230–406 participants	Coronary heart disease	Periodontal disease	NA	CHD-related morbidity (fatal and nonfatal) or mortality, evaluated using relative risk or hazard ratio	Sex, BMI, smoking, age, family history of heart disease, education, blood pressure (most common confounders)	NA	Patients with periodontal disease were at a significantly increased risk of developing CHD (RR, 1.19; 95% CI, 1.13–1.26; <i>P</i> < .001). Subgroup analyses according to the effect measure, adjustment for confounding factors, median follow-up time, country of study origin, assessment method of periodontal disease, and sex all indicated significant associations between periodontal disease and CHD.
Li et al (2014) (37)	Up to April 2014	RCT and quasi-RCT	1 RCT, 303 participants	CVD	Chronic periodontitis	SRP and community care	Cardiovascular events	NA	Cochrane's RoB assessment tool, GRADE	The study recorded 12 cardiovascular events, but results were not significant. Also, serum high sensitivity CRP: who had high CRP, and adverse events all reported nonsignificant results. Because only 1 was study eligible for inclusion, which was also judged to be at high risk of bias, the results should be interpreted with caution.
Lira et al (2017) (38)	Up to September 2016	Clinical trials	12 Studies qualitative analysis; 8 meta-analyses, 30–70 pa-	DM	Periodontal disease	Adjunctive use of systemic antibiotics in nonsurgic-	Changes in HbA1c	NA	Cochrane's RoB assessment tool	Shows no additional benefit of associating systemic antibiotics to nonsurgical periodontal treatment versus SRP alone in improving

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			tients per study			al periodontal treatment, compared with non-surgical periodontal treatment alone.				HbA1c levels 3–4 months after treatment.
Martin-Cabezas et al (2016) (39)	2000 to June 2016	Longitudinal studies or case-control studies and cross-sectional studies	25 Studies in review; 18 in meta-analysis: 20 cross-sectional, 3 case-control, and 2 longitudinal studies, across Asia, Europe, United States, and Africa. Ranging from 8,124–1,025, 340 participants.	HT	Periodontal disease	NA	HT	Age, sex, smoking, BMI, binge drinking	NOS	Results from the present meta-analysis support the association between HT and periodontal diseases with a range of ORs from 1.15 to 1.67. Highest OR was calculated when severe form of periodontitis with secure diagnosis criteria was considered (OR, 1.64).
Mauri-Obradors et al (2017) (40)	1998 to January 2016	Primary studies	19 Studies: 4× longitudinal studies; 15× cross-sectional studies. A total of 3,712 patients, of whom 2,084 had diabetes.	DM type 1 and T2DM	Caries, periodontal disease, BMS, oral mucosa alterations	NA	Oral manifestations	NA	Recommendations made by OCEBM	DM leads to multiple complications, which increase when glycemic control of the patient is inadequate. The main oral complication attributed to diabetes is periodontal disease: considered the sixth complication of DM. Higher prevalence of periapical lesions in patients with poorly controlled diabetes. Information presented in the literature about the relationship between the DM and tooth decay is inconsistent.
Orlandi et al (2014) (41)	Through January 2014	Cross-sectional studies, case-control studies, population	35 Studies for systematic review, 22 studies for meta-analysis; 2,021	c-IMT; FMD	Periodontitis	Periodontal intervention	Increase in c-IMT. Effects of periodontal treatment on FMD.	CVD (age, sex, systolic blood pressure, HDL-C,	Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale	Diagnosis of PD was associated with a mean increase in c-IMT of 0.08 mm (95% CI, 0.07–0.09 mm) and a mean difference in FMD of

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		surveys, cohort studies, pilot studies, controlled trials, RCTs	cases, 3,431 control					smoking, diabetes, HT treatment, and total cholesterol). Atherosclerosis		5.1% compared with controls (95% CI, 2.08%–8.11%). A meta-analysis of the effects of periodontal treatment on FMD showed a mean improvement of 6.64% between test and control (95% CI, 2.83%–10.44%). Periodontal disease is associated with greater subclinical atherosclerosis as assessed by increased c-IMT and an independent predictor of cardiovascular events in high-risk populations. There is evidence of an impaired FMD, which is restored by periodontal treatment in individuals having periodontal disease.
Sanchez et al (2017) (42)	NA	3 MA/SR of RCT, 1 MA/SR of RCT and single cohort studies, 1 SR of oral health promotion interventions, 1x SR of RCT/quasi-RCT, 1 MA/SR, 1 MA/SR of intervention trials, 1 MA of pilot trials, 1 MA/SR of intervention and nonintervention trials, SR of intervention trials; 2 SR, 1 LR, 1x pre-post mixed design, 1 pilot of an	34 Studies included from Australia, Europe, United States, France, Italy, United Kingdom, Turkey, Sweden, England	CVD	Periodontal disease	Periodontal treatment	CVD	NA	AMSTAR	Strong association between periodontal disease and CVD. Although a causal link has not been confirmed between periodontal disease and CVD, the general consensus is that cardiovascular patients need to be made aware of this association and its potential implications.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		oral health program, 1 oral health guidelines for prenatal care, 1x best practice recommendations; 1 RCT, 1 pre-post test design, 1 pilot of an education program, 1 pre-post mixed design, 1 pilot of an oral health education model, 2 cross-sectional studies, 3 pilots of a screening tool, 1 best practice recommendations								
Schmitt et al (2015) (43)	Up to September 2014	RCTs: case-control studies, cross-sectional studies, prospective cohort pilot study	Studies included in qualitative synthesis = 10; studies included in quantitative synthesis = 7; sample size in total 2,257 (range, 26–814)	Arterial stiffness	Periodontitis	Periodontal treatment	Primary outcome had to be the measure of arterial stiffness by means of pulse wave velocity assessment.	Age, sex, smoking, or diabetes	GRADE system	The present systematic review and meta-analysis support an association between severe periodontitis and increased pulse wave velocity. The measurement of arterial stiffness provides a cardiovascular marker of the cumulative impact of both known and unknown risk factors, which may include periodontitis.
Teeuw et al (2014) (44)	Up to June 2013	RCTs, CCTs	Studies included n = 20; cases in total n = 865 (11–212 patients per study)/control	Atherosclerosis	Periodontitis	Treatment of periodontitis	Clinical CVD parameters (ie, clinical event, such as angina pectoris, MI, stroke, death) and/or mark-	Overweight and smoking	GRADE	PT reduces the risk for CVD by improving plasma levels of inflammatory (CRP, IL-6, TNF- α), thrombotic (fibrinogen), and metabolic (triglycerides, TC, HDL-C, HbA1c) markers and endothelial

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			in total n = 657 (11–105 patients per study). Cases and control in total n = 1522.				ers related to atherosclerosis and CVD risk, including markers of systemic inflammation and thrombosis, lipid and glucose metabolism, and vascular function.			function. This improvement is sustained well more than 6 months after therapy, and it is greater in those individuals having both periodontitis and co-morbidities like CVD and/or DM. Our findings emphasize the effectiveness and need for periodontal diagnosis and periodontal therapy in atherosclerotic and diabetic individuals to improve their systemic health.
Tonsekar et al (2017) (45)	Up to April 2016	4x retrospective cohort, 3x prospective cohort, 1x case-control study nested in a longitudinal study	Studies included n = 8; 4,075 participants; number of participants 144 to 911; countries: United States, South Korea, France, Sweden.	Dementia	Periodontal disease, tooth loss	NA	Outcome measured was assessed by verified cognitive tests such as Mini-Mental State Examination: Delayed Word Recall and Digit Symbol Substitution Test.	Apolipoprotein E (ApoE) allele, considered a major genetic risk factor for Alzheimer disease and a possible confounding factor in the association between periodontitis and dementia.	Newcastle-Ottawa Scale	Association between subsequent dementia, periodontal disease and tooth loss was inconclusive.
Ungprasert et al (2017) (46)	Up to July 2016	Case-control or cohort study	Studies included n = 5; number of subjects (cases/comparators) 1) 115,365/115,365; 2) 1,358/70,020; 3) 100/100; 4) 50/121; 5) 60/45. The 5 studies included	Psoriasis	Periodontitis	NA	Periodontitis and risk of psoriasis	Confounders: smoking, obesity, and DM	Newcastle-Ottawa quality assessment scale	Patients with periodontitis have a significantly increased risk of psoriasis.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			312,584 subjects. Countries: Taiwan, United States, Greece, Norway, Italy.							
Xu et al (2017) (47)	Up to July 2016	6x cross-sectional, 12x case control, 4x cohort studies	Studies included n = 22; 129,630 participants; countries: United States, Sweden, Japan, India, Spain, Iran, China, Germany, Greece.	MI	Periodontal disease	NA	Periodontal disease (including pocket probing depth, attachment loss, bleeding on probing, plaque index, gingival index, X-ray, and microbiological results) and the risk of myocardial infarction	Risk factors including age, smoking, and diabetes are common in both PD and MI	Newcastle-Ottawa Scale	Significant association between periodontal disease and MI. Subgroup analyses also confirmed the elevated risk for MI in periodontal disease subjects.
Zeng, Leng et al (2016) (48)	Up to February 20, 2015	10x cross-sectional, 5x case control	Studies included n = 15; 17,330 participants; countries: United States, Sweden, Germany, Austria, Italy, Spain, Japan, Portugal, Poland, South Korea, China.	Carotid atherosclerosis	Periodontal disease	NA	Risk of carotid atherosclerosis as diagnosed by c-IMT (by ultrasound) or carotid plaque thickness (by panoramic radiographs)	Common risk factor: smoking; confounder: DM	NA	Periodontal disease was associated with carotid atherosclerosis, although available evidence is insufficient to confirm the causal relationship of periodontal disease and carotid atherosclerosis.
Zeng et al (2012) (49)	Up to January 10, 2012	Observational studies (cross-sectional, case-control, or cohort design)	Studies included n = 14; subjects (case/control): between 28/30 and 810/12,982. Countries: United States, Poland, Norway, Iran, China, India.	COPD	Periodontal disease	NA	Relationship between PD and COPD	NA	NA	Periodontal disease significantly increases the risk of COPD, with the increase being likely independent of conventional COPD risk factors. Dental plaque that contains bacteria may be responsible for COPD, therefore, good attention to teeth brushing and general oral hygiene care may reduce the risk of COPD.
Zeng, Xia	Up to June	Cohort and	Studies in-	Lung Can-	Periodont-	NA	Risk of lung	Smoking	NA	Periodontal disease is asso-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
et al (2016) (50)	10, 2015	nested case-control studies	cluded n = 5; subjects: (lung cancer/sample): 1)191/11,328; 2)236/48,375; 3) 225/30,666; 4) 243/153,566; 5) 754/77,485. Countries: United States, Sweden, China.	cer	al disease		cancer in patients with periodontal disease			ciated with a significant and increased risk of lung cancer.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Table 3. Number of Systematic Reviews Observing Disease Correlations, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017^a

Dental or Chronic Disease	Periodontitis	Tooth Loss	Dental Caries	
Diabetes mellitus	46 (41/5)	1 (1/0)	4 (1/3)	51
Cardiovascular disease	33 (22/11)	6 (6/0)	2 (1/1)	41
Cerebrovascular disease	4 (0/4)	2 (0/2)	2 (0/2)	8
Chronic obstructive pulmonary disease	2 (0/2)	1 (0/1)	—	3
Dementia	1 (0/1)	1 (0/1)	—	2
Psoriasis	1 (0/1)	—	—	1
Lung cancer	1 (0/1)	—	—	1
Total	88	11	8	107

Abbreviation: —, not applicable.

^a The first number in the parentheses indicates the number of systematic reviews included in the umbrella review; the second number indicates the number of reviews that were individually included in the systematic reviews.

Methodological approaches for investigating links between dental and chronic diseases with claims data: A scoping study

Katja Blaschke, MSc¹ ; Max W. Seitz, MSc²; Ingrid Schubert, Dr. rer. soc.¹; Stefan Listl, PhD, Dr. med. dent.^{3,4} 

1 PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany

2 Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Heidelberg, Germany

3 Section for Translational Health Economics, Department of Conservative Dentistry, Heidelberg University, Heidelberg, Germany

4 Department of Dentistry - Quality and Safety of Oral Healthcare, Radboudumc (RIHS), Radboud University, Nijmegen, The Netherlands

Keywords

review; scoping study; claims data; dental records; dental diseases; periodontal diseases; noncommunicable diseases.

Correspondence

Katja Blaschke, PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Herderstraße 52, 50931 Cologne, Germany.
Tel.: 0049-221-478-97548;
Fax: 0049-221-478 1438304;
e-mail: katja.blaschke@uk-koeln.de

Katja Blaschke and Ingrid Schubert are with the PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne. Max W. Seitz is with the Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg. Stefan Listl is with the Section for Translational Health Economics, Department of Conservative Dentistry, Heidelberg University and Department of Dentistry - Quality and Safety of Oral Healthcare, Radboudumc (RIHS), Radboud University.

Received: 1/14/2019; accepted 7/19/2019.

doi: 10.1111/jphd.12335

Journal of Public Health Dentistry **79** (2019) 334–342

Introduction

To date, there is a large amount of empirical evidence indicating associations between dental parameters and other noncommunicable diseases. In particular, periodontal diseases (PD) are associated with diabetes, cardiovascular, and cerebrovascular diseases¹ – illnesses with a high disease burden.² There are indications that both general practitioners and other specialists and dentists do not sufficiently communicate this topic with their patients, and their respective

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to provide an overview of methodological approaches to assess the relationship between dental diseases and other noncommunicable diseases on the basis of claims data.

Methods: Based on the methodological framework of Arksey and O'Malley, a scoping study was conducted. By searching electronic databases (PubMed, Web of Science, and LILACS), appropriate articles were identified. After extracting relevant information and entering it into a data-charting form, the study characteristics and the methodological approaches were summarized descriptively.

Results: Fifty-one articles were identified for inclusion in the analysis. Most of the selected studies (78 percent) originated from Taiwan and employed a cohort design. The majority of studies considered dental diseases, particularly periodontal disease (PD) measures, but no common standard was identified for the definition of PD. Unmeasured confounding, misclassification, and surveillance bias were reported to be the main limitations of the claims data analyses.

Conclusions: Claims data provide a very useful information source to further delineate the relationship between PDs and other noncommunicable diseases. If diagnostic codes are available, they seem to be the most suitable tool to assess PD in claims-based studies. In databases that do not contain dental diagnostic codes, e.g., databases in Germany and the United States, the identification of PD is a particular challenge. The inclusion of dental diagnostic codes in all claims databases is strongly recommended. Due to the public health relevance of PD, there is a need for more comprehensive documentation of dental parameters within claims data.

collaboration with each other is limited and would benefit improvement.^{3,4} One reason for this lack of communication might be a lack of insight into the causal pathways and uncertainty regarding the level of evidence of causal inference. Claims data can be a tool to analyze these associations. Claim codes are routinely collected for billing purposes and offer a large longitudinal data set for researchers.⁵ The large sample size is particularly suitable for investigating conditions where the prevalence in a population is limited. A further main advantage of claims data is that they are free of

selection and recall bias. In many countries, claims data, in which dental records are included, are widely used in pharmacoepidemiology and health service research.^{6,7} Nevertheless, the utility of claims data for analyzing associations between dental diseases and other noncommunicable diseases remains unclear.⁵ A systematic review of the existing systematic reviews (umbrella review)¹ identified only three studies,^{8–10} including each one claims-based study.

Considering this information, it seems useful to examine how dental diseases, particularly in relation to analyzing links with other noncommunicable diseases, are represented in claims data. This is important to better understand the suitability and added value of using such data for health service research. One specific concern appears to be that, other than for nondental diseases,¹¹ no validated or standardized framework is being used to accurately report and measure dental outcomes on the basis of claims data.

Accordingly, the aim of this study was to identify the methodological approaches of claims data analyses that investigate the relationships between highly prevalent dental diseases and other chronic diseases. Of particular interest are issues concerning the operationalization of dental diseases, particularly if no diagnostic codes are available. Scoping studies provide a suitable approach to analyze the range of research activity in a certain field,¹² especially when standard research procedures are lacking. The findings of this scoping study are intended to inform future data collection and analyses that aim to use claims data to examine interdependencies between dental diseases and other noncommunicable diseases.

Methods

This scoping study was conducted following the methodological framework of Arksey and O'Malley,¹³ which comprises five stages.

In stage 1, the research questions guiding this scoping review were identified. In detail, they were as follows: (a) Until now, how many claims data analyses have been conducted investigating the relationships between dental and other chronic diseases? (b) What kind of study designs are being utilized? (c) How are dental diseases, including exposure and outcome, being operationalized? (d) What kind of limitations are reported when using administrative databases? A special focus on diabetes, cardiovascular, and chronic respiratory diseases, as they are chronic systemic conditions among others, that cause the most death and disability in Germany, and on three dental diseases with the highest disease burden (PD, tooth loss, caries) in Germany was established.^{2,14}

To identify relevant articles, three electronic databases (PubMed, Web of Science, and LILACS) were searched in stage 2. The database search was performed in May 2018.

The search strategy included terms about diabetes, cardio- or cerebrovascular, and chronic respiratory diseases as well as PD, caries, and tooth loss in addition to generic of dental and chronic disease terms. Furthermore, the search strategy contained terms related to claims data and health insurance (see Supporting Information S1). This search strategy was based on the approach of a recent umbrella review,¹ which examined links between highly prevalent dental diseases and other noncommunicable diseases. Additionally, the reference lists of the articles that were subjected to a full-text assessment were screened.

Stage 3 involved the study selection. All records identified through the database searches were recorded via the literature management program Endnote™ (Version X8.2, produced by Clarivate Analytics, previously Thomson Reuters). All duplicates were removed. Subsequently, two reviewers (KB, IS) independently screened the titles and abstracts of the articles and excluded all studies that did not meet the inclusion criteria. Studies were included if (a) they were published in English; (b) they focused on dental diseases or treatments and chronic diseases; and c) they analyzed claims data. Reviews and commentaries were excluded. Following title/abstract screening, the full texts of the remaining studies were independently screened by the two researchers (KB, IS). Disagreements in the assessment were resolved through consensus between reviewers.

In stage 4, a data-charting form was developed and included (a) the characteristics of the studies (author, year, country, study design, aim, and dental/chronic disease) and (b) the details of the methodology (database, exposure, outcome, covariates, statistic, and limitations). All relevant information was extracted and compiled by the two reviewers (KB, IS).

Stage 5 involved a descriptive numerical summary of the characteristics of the studies and the methodological approaches extracted in stage 4.

Results

The flow diagram of the literature search/screening is shown in Figure 1. A total of 231 records were found through database searches. Twelve articles were excluded because they were published in a non-English language. After removing duplicates and applying the inclusion and additional exclusion criteria for the assessment of the articles, 51 records were included for information synthesis. The publication dates of the included articles ranged from 2010 to 2018. Table 1 shows the databases used by the various studies. A total of 78 percent ($n = 40$) of the records originated from Taiwan and were based on subsamples of the National Health Insurance Research Database (NHIRD). Furthermore, five records were from the United States, four were from Korea, and one each was from Denmark and Japan.

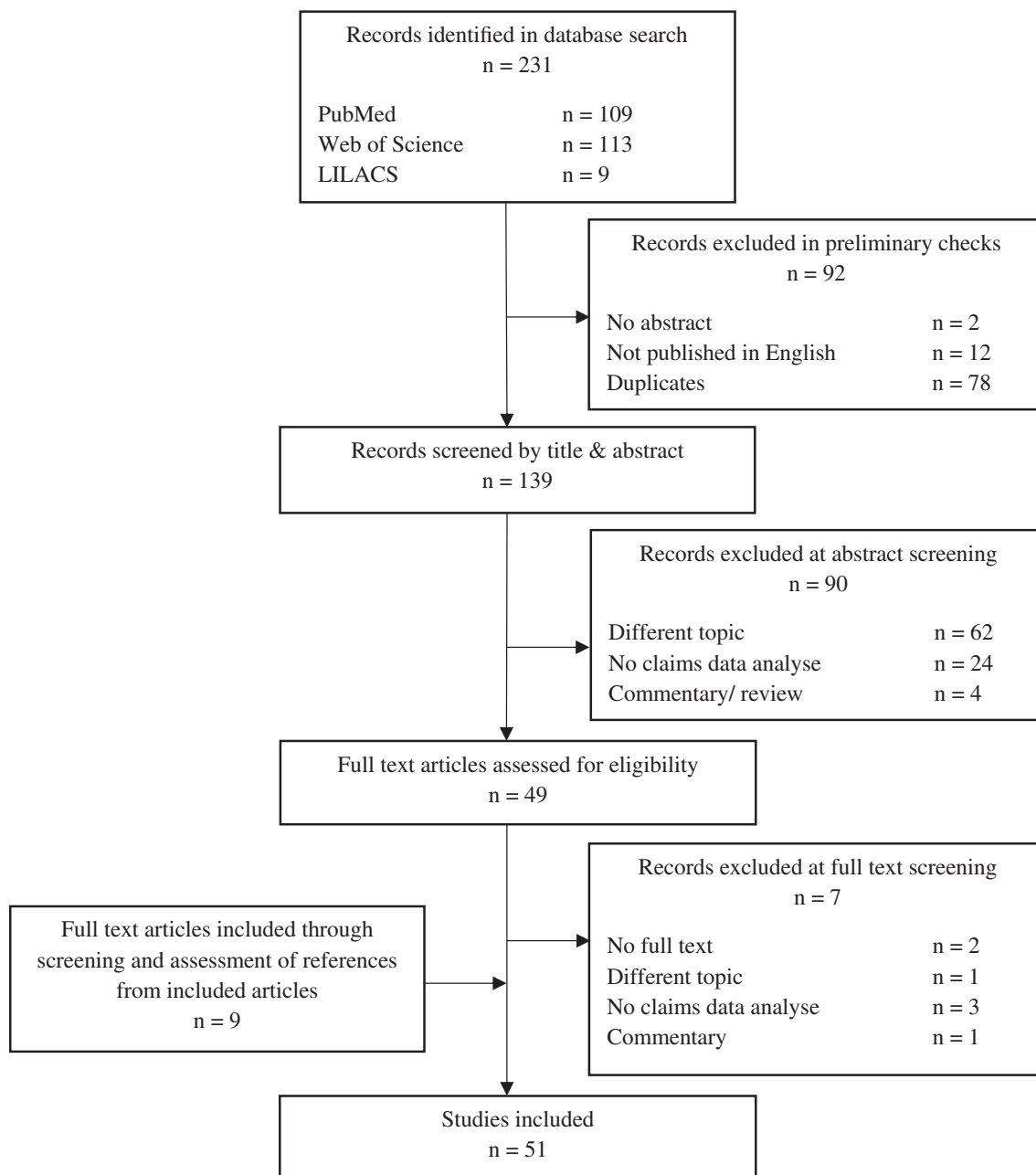


Figure 1 Flow chart of article selection.

All extracted study characteristics are presented in the Supporting Information (see supplement S2). A total of 74 percent ($n = 38$) of all included studies applied a cohort design.^{15–46,55,58–60,62,63} In addition, seven studies reported a case–control design,^{47,49–54} five studies reported a cross-sectional,^{56,57,61,64,65} and one study a case-crossover design.⁴⁸ Two studies^{61,64} reported a cohort design, but because the exposure and outcome variables were collected over the same time period and no time-related reference could be made, these studies were classified as cross-sectional designs. Additionally,

in one study,⁶⁰ a cohort and a case–control design were utilized. Because the case–control study was carried out as a sensitivity analysis, the study was classified as a cohort design.

With respect to the aims of the studies, the following distinctions were found among the examined articles (see Supporting Information S2):

1. Thirty-one (61 percent) studies analyzed dental aspects as exposures and chronic diseases as outcomes.^{15,17,18,20–25,27,30–38,44–53,62,63}

Table 1 Countries and Databases of All Records Included

Country	Database	<i>n</i>	Records
Taiwan <i>n</i> = 40 (78%)	National Health Insurance Research Database (NHIRD) incl. different subsets like Longitudinal Health Insurance Database 2000, 2005, 2010 and Registry of Catastrophic Illness Database (RCID)	40	15–54
United States <i>n</i> = 5 (10%)	Washington Dental Service (WDS) and Group Health Cooperative (GH)	3	55–57
	United Concordia Companies, Inc (UCCI, Harrisburg PA) and Highmark, Inc (Pittsburgh PA)	1	58
	Truven Health MarketScan® Research Database	1	59
Denmark <i>n</i> = 1 (2%)	Danish National Patient Register	1	60
Korea <i>n</i> = 4 (8%)	National Health Insurance Service-National Sample Cohort (NHIS-NSC)	1	61
	National Health Insurance Service-Health Examinee Cohort (NHIS-HEC)	2	62,63
	Korean National Health Insurance Cohort Database (KNHICD)	1	64
Japan <i>n</i> = 1 (2%)	Mie Prefecture	1	65

- Eight studies (16 percent) considered chronic diseases as exposures and dental outcomes.^{16,28,29,40,43,54,55,60}
- Seven (12 percent) studies investigated dental diseases or treatment effects during the course of a chronic disease.^{19,26,39,41,42,58,59} The effects on the course of disease were measured as follows: (a) deterioration of the disease^{26,41,42} or other chronic conditions,^{19,39} (b) total all-cause or nondental medical costs,^{58,59} (c) total all-cause or disease-related health-care costs,⁵⁹ and (d) number of hospitalizations.⁵⁸

Five studies could not be assigned to one of the areas listed above as they were based on a cross-sectional design.^{56,57,61,64,65}

Table 2 shows the type of dental health measures used in the various studies. Regarding dental health problems, three main factors were identified: PD, root canal treatment and dental care utilization. Root canal treatment was investigated in only one article.³⁶ Eighty-six percent (*n* = 44) of all studies focused on PD or treatments. In 39 studies, dental diagnostic codes for PD were accessible. Most of these studies defined PD solely on the basis of the diagnosis (*n* = 20) or in combination with periodontal treatments (*n* = 17). In a few studies, the periodontal diagnosis was combined with antibiotic therapy, periodontal treatment, and/or dental scaling. Five studies used periodontal treatment alone for the identification of PD. In this regard, it must be taken into account that four of these

Table 2 Operationalization of Dental Diseases or Treatments

Topic	Operationalization	<i>n</i>	Records
Periodontal disease (<i>n</i> = 44, 86%)	Diagnosis of PD	20	15–18,24,25,27–29,38,40,44,45,49,50,52,60,62–64
	Diagnosis of PD AND periodontal treatment	17	22,26,30–34,37–39,41–43,49,50,54,61
	Periodontal treatment	5	46,56–59
	Diagnosis of PD AND antibiotic therapy	3	23,35,47
	OR periodontal treatment (other than DS)		
	OR DS ≥3 times per year		
	Diagnosis of PD AND antibiotic therapy	1	53
	OR DS ≥3 times per year		
	Diagnosis of PD AND antibiotic therapy	1	19
	OR periodontal treatment other than DS		
(a) ≥ 1 diagnosis of PD AND receiving antibiotic therapy OR periodontal treatment simultaneously	1	18	
(b) dental visits with PD diagnosis ≥3 times AND concurrent DS within 1 year			
Root canal treatment (<i>n</i> = 1, 2%)	Root canal treatment	1	36
Dental care utilization (<i>n</i> = 6, 25%)	Use of dental service (overall/a specific service)	6	20,21,48,51,55,65
	Frequency of dental visits (overall/a specific service)	4	21,51,55,65

Articles can be allocated to several categories.

PD: periodontal disease; DS: dental scaling.

Table 3 Limitations Due to the Use of Claims Data

Limitations	n (%)	Records
Unmeasured confounding	44 (86)	15–23,26–32,34–50,52–60,64,65
No lifestyle factors	35	15,17–23,26–32,34,36–47,49,50,52,53,57,60,64
No/little laboratory/clinical parameters	17	16,18,19,23,35,36,40–44,48,52,53,58,59
No family history	16	21,27,28,31,32,34–38,40–42,45,49,65
No socioeconomic status	12	17,20,22,32,35,40,41,44,45,57,59,65
No environmental/occupational exposures	7	27,28,40,41,46,49,52
No number of teeth	4	35,46,55,57
No race/ethnicity	3	56,57,59
Nondocumented comorbidities (e.g., silent MI)	3	20,31,38
No data about use of medications	2	50,57
No genetic factors	2	35,44
No treatment information	2	44,54
Misclassification bias	34 (67)	16,18–23,26–28,31,33–35,38,40–43,45–53,56,57,59,60,62,63
No periodontal disease severity	15 (29)	18,24,25,35,37,39–42,45,53,55,61,62,65
Surveillance/detection bias	8 (16)	15,23,27,28,43,49,54,60
Generalizability of results	6 (12)	21,24,38,41,52,65
No dental diagnosis data	2 (4)	58,59

Articles can be allocated to several categories.

MI: Myocardial infarction.

five studies were from the United States, where no dental diagnostic codes were available in the claims database.^{56–59} A total of 25 percent ($n = 6$) of the studies focused on dental care utilization. In all of these studies, a dichotomous variable was used for measuring the utilization of any or a specific dental service. Additionally, in some of these studies, the number of dental visits was used to describe the association between oral health and chronic disease.^{21,51,55,65} Dental caries, as a common dental disease, was explicitly mentioned in only one of these studies measuring the frequency of dental visits for special dental conditions.⁵¹

A wide range of chronic diseases is considered in the studies (see Supporting Information S2). One of the most investigated chronic diseases was diabetes ($n = 11$).^{19,37,39,55–59,63–65} In five of these studies, diabetes patients formed the study population.^{19,39,57–59} Furthermore, in addition to cardiovascular events, other chronic diseases, such as ankylosing spondylitis, depression and hearing loss, were examined.

Table 3 shows the reported methodological limitations when using claims data. As claims data are routinely collected for billing and not for research purposes, several substantial limitations related to administrative databases were mentioned in the records. A frequently raised issue was unmeasured confounding ($n = 44$). Most commonly cited was missing information about lifestyle factors ($n = 35$), laboratory or clinical data ($n = 17$), as well as family history ($n = 16$). In particular, smoking was identified as a major risk factor for periodontitis and many noncommunicable diseases.^{27,31,40,41,55,60} Chang et al.¹⁵ considered smoking and alcohol consumption in their

analyses by including chronic obstructive pulmonary diseases (COPD) and alcohol-related conditions as surrogate parameters. To establish smoking status, Egeberg et al.⁶⁰ used a previously developed algorithm combining drug prescriptions for smoking cessation, diagnoses of smoking, tobacco use or lung diseases, and treatments that support smoking cessation.⁶⁶ As a result, residual confounding due to an imperfect proxy or unmeasured confounding could not be ruled out.^{15,21,36,44} To avoid these limitations, only one study combined primary and secondary data. In this case, lifestyle habits were collected by self-administered questionnaires.⁶⁵

Some studies mentioned that clinical or laboratory data were needed to detect the precise PD severity.^{23,43,52,53} Fifteen articles were identified in which the lack of PD severity was a named restriction. Eight studies attempted to specify the severity of PD using different indicators. These included classifications by the number of periodontitis-related dental visits^{15,23,47,53} or their cumulative costs,^{23,47,53} a combination of a periodontal diagnosis with different types of treatments,^{22,37,38,43} as well as the presence of receipts for periodontal surgery^{23,47} or antibiotics.²³ In regard to operationalizing the severity by different types of treatments, no consistent approach could be detected.

The second most frequently mentioned limitation was nondifferential misclassification bias ($n = 34$). To strengthen the validity of the PD diagnosis, in nine studies, PD was defined as having at least two or three diagnostic codes in the medical files.^{27,28,41,44,45,49,50,52,62} Six studies recommended combining periodontal diagnostic codes and treatments to minimize miscoding errors.^{19,31,32,34,42,58} Newton et al.⁵⁶ described periodontal care as an appropriate

proxy for PD because of a high sensitivity, even though the specificity was low. Patients with a dental or chronic disease who do not seek medical care or did not receive a diagnosis can be misclassified as controls.^{22,26,34,35,48,50} Nevertheless, most of the studies concluded that the misclassification would underestimate the observed relationships. Eight articles indicated that the usage of claims data can lead to medical surveillance bias. Patients who underwent more medical visits have a higher probability of receiving a dental disease or other noncommunicable disease diagnosis.

Finally, six studies explicitly noted the unclear generalizability of their results to other populations. Most of these studies were conducted in Taiwan and based on the NHIRD; therefore, only a single ethnic population was included in the analysis. The authors stated that the results may not be representative of other ethnic groups.^{21,24,38,41,52}

Discussion

This scoping study offers an overview of the different methodological approaches for investigating the relationships between dental diseases and other chronic diseases with claims data. To the best of our knowledge, this is the first review of this kind. Fifty-one studies were included in the present analysis, and their main focus was on PD. Although dental diagnostic codes were used to operationalize PD in 39 studies, no common standard was found for the definition of PD within the claims data. To allow for better comparisons between studies, an international standardized definition of dental diseases by claims data is recommended.

PD was mainly defined by diagnostic codes or in combination with periodontal treatments. In a few studies, the usage of diagnostic and treatment codes was recommended to reduce misclassification bias. When combining the documentation of diagnosis with the utilization of services to define a study population, one has to control how this combination might lead to unwanted selections within the population (e.g., severity of PD) and influence the chosen outcomes of the study. Accordingly, the operationalization of PD by dental diagnostic codes can only be classified as mostly feasible for claims-based studies. To validate the diagnosis of a patient, at least two recorded diagnostic codes are recommended.

Dental caries, as a common dental disease, were rarely included in the studies. However, the association between caries and diabetes is commonly discussed in the literature.¹ In general, dental diseases could be defined by International Classification of Diseases (ICD) codes, and in 39 studies, ICD codes were available for defining PDs. Therefore, it remains unclear why caries have not been investigated with

claims data until now. The operationalization of other dental diseases by claims data requires further investigation.

In Germany, access to dental care data for research purposes started in 2009, which was much later than all other health-care sectors.⁶⁷ Similar to the United States, dental diagnostic codes are not available in Germany. This review demonstrates that in this case, periodontal treatments were used as a proxy with the restriction of possible misclassification errors. Moreover, unmeasured confounding and surveillance bias were highlighted as important limitations of claims data analyses. In particular, lifestyle factors such as smoking or alcohol consumption are difficult to operationalize. Indirect adjustment by using diagnostic codes for alcohol-related conditions or smoking-related diseases can lead to residual confounding. Only persons with high rates of alcohol consumption or smoking who seek treatment and visit a doctor can be detected by claims data. Consequently, as demonstrated by one study, lifestyle questionnaires can constitute a useful supplement to claims data analysis but require data linkage. In addition, clinical information is not routinely stored in claims databases. Clinical data not only provide an internal validation of a documented diagnosis but also an assessment of disease severity.⁶⁸ When information on severity was not available in the claims data, the study authors applied proxies related to the number of periodontitis-related visits or their cumulative costs, as well as the combination of periodontal diagnosis and different types of treatments, in particular. In addition to modifying ICD codes by including disease severity, linking claims data to individual patient records would also enhance these studies.

The type of study design was not part of the research question, but it was described as a relevant study characteristic of the included articles. In most of the studies in this review, a cohort design, which is known as the “gold standard” for observational studies, was used.⁶⁹ Claims data offer a longitudinal dataset that enables the depiction of a temporal relation and the guidance of a possible causal relationship. Despite the limitation of low evidence, cross-sectional studies were also included in this scoping review to provide an overview of the methods used to assess dental diseases in claims data.

Some caution should be applied when interpreting the findings from the present study. More than half of the studies included were conducted in Taiwan and used the same research database. Accordingly, similar methods were utilized. In addition, only three electronic databases (MedLine, Web of Science, and LILACS) were searched. It is possible that we missed relevant articles included in other databases. To reduce this risk, we checked the references of the included studies for additional publications. In addition, the search was limited to English articles. A total of 12 out of 231 identified studies were published in a

language other than English. The selection bias was considered to be low.

In conclusion, claims data provide a very useful and promising information source to further delineate the relationship between periodontal and noncommunicable diseases. The investigation of other dental diseases with claims data is lacking and needs to be studied. However, the absence of a standardized validated operationalization procedure for dental diseases in claims data is a significant restriction. If diagnostic codes are available, they seem to be most suitable to assess PD in claims-based studies. In this case, one particular challenge is the lack of diagnostic codes for dental diseases, especially for PD, in some countries such as Germany and the United States. We highly recommend the storage of dental diagnostic codes by all health insurance systems. To achieve this goal in Germany, as an example, statutory health insurances and health service researchers as well as other actors dealing with oral health prevention should try to convince the ministry of health to establish the transmission of dental diagnostic codes for billing purposes, as is common practice in disease reporting by other physician groups. In addition, dental codes in administrative data can be used in national surveillance systems to monitor the oral health of the population. Overall, there is a need for a more comprehensive and more standardized measurement of dental parameters within claims data.

References

- Seitz MW, Listl S, Bartols A, Schubert I, Blaschke K, Haux C, van der Zande MM. Current knowledge regarding links between highly prevalent dental and chronic diseases: an umbrella review. *Prev Chronic Dis*. 2018.
- Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease (GBD) 2016. Available from: <http://www.healthdata.org/germany>.
- Holzinger F, Dahrendorf L, Heintze C. 'Parallel universes'? The interface between GPs and dentists in primary care: a qualitative study. *Fam Pract*. 2016;**33**(5):557-61.
- Elangovan S, Hertzman-Miller R, Karimbux N, Giddon D. A framework for physician-dentist collaboration in diabetes and periodontitis. *Clin Diabetes*. 2014;**32**(4):188-92.
- Strom BL. Overview of automated databases in Pharmacoepidemiology. In: Strom BL Kimmel SE, editors *Textbook of Pharmacoepidemiology*. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd; 2006. p. 167-71.
- Elseviers M, Wettermark B, Almarsdóttir AB, Andersen M, Benko R, Bennie M, Eriksson I, Godman B, Kraska J, Poluzzi E, Taxis K, Vlahovic-Palcevski V, Vander Stichele R, editors. *Drug utilization research: methods and applications*. Chichester (West Sussex, UK), Hoboken (NJ): Wiley-Blackwell; 2016.
- Leake JL, Werneck RI. The use of administrative databases to assess oral health care. *J Public Health Dent*. 2005;**65**(1): 21-35.
- Martin-Cabezas R, Seelam N, Petit C, Agossa K, Gaertner S, Tenenbaum H, Davideau JL, Huck O. Association between periodontitis and arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J*. 2016;**180**:98-112.
- Ungprasert P, Wijarnpreecha K, Wetter DA. Periodontitis and risk of psoriasis: a systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;**31**(5):857-62.
- Zeng XT, Xia LY, Zhang YG, Li S, Leng WD, Kwong JS. Periodontal disease and incident Lung cancer risk: a meta-analysis of cohort studies. *J Periodontol*. 2016;**87**(10): 1158-64.
- Schubert I, Ihle P, Koster I. Interne Validierung von Diagnosen in GKV-Routinedaten: Konzeption mit Beispielen und Falldefinition. *Gesundheitswesen*. 2010;**72**(6): 316-22.
- Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. *Implement Sci*. 2010;**5**:69.
- Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol*. 2005;**8**(1):19-32.
- Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, Flaxman A, Naghavi M, Lopez A, Murray CJL. Global burden of oral conditions in 1990-2010: a systematic analysis. *J Dent Res*. 2013;**92**(7):592-7.
- Chang JS, Tsai CR, Chen LT, Shan YS. Investigating the association between periodontal disease and risk of pancreatic cancer. *Pancreas*. 2016;**45**(1):134-41.
- Chang WP, Chang WC, Wu MS, Pai JT, Guo YC, Chen KC, Liu ME, Chiu WT, Hung KS. Population-based 5-year follow-up study in Taiwan of osteoporosis and risk of periodontitis. *J Periodontol*. 2014;**85**(3):e24-30.
- Chen CK, Wu YT, Chang YC. Association between chronic periodontitis and the risk of Alzheimer's disease: a retrospective, population-based, matched-cohort study. *Alzheimers Res Ther*. 2017;**9**(1):56.
- Chen DY, Lin CH, Chen YM, Chen HH. Risk of atrial fibrillation or flutter associated with periodontitis: a Nationwide, population-based. *PLoS One*. 2016;**11**(10): e0165601.
- Chen HH, Chen DY, Lin SY, Lai KL, Chen YM, Chou YJ, Chou P, Lin CH, Huang N. Periodontitis exposure within one year before anti-diabetic treatment and the risk of rheumatoid arthritis in diabetes mellitus patients: a population-based cohort study. *Rev Bras Reumatol*. 2014;**54**(2):124-30.
- Chen SJ, Liu CJ, Chao TF, Wang KL, Chen TJ, Chou P, Wang FD, Lin SJ, Chiang CE. Dental scaling and atrial fibrillation: a nationwide cohort study. *Int J Cardiol*. 2013; **168**(3):2300-3.
- Chen ZY, Chiang CH, Huang CC, Chung CM, Chan WL, Huang PH, Lin SJ, Chen JW, Leu HB. The Association of Tooth Scaling and Decreased Cardiovascular Disease: a

- Nationwide population-based study. *Am J Med.* 2012;**125**(6):568-75.
22. Chou SH, Tung YC, Lin YS, Wu LS, Lin CP, Liou EJW, Chang CJ, Kung S, Chu PH. Major adverse cardiovascular events in treated periodontitis: a population-based follow-up study from Taiwan. *PLoS One.* 2015;**10**(6):e0130807.
 23. Chou YY, Lai KL, Chen DY, Lin CH, Chen H. Rheumatoid arthritis risk associated with periodontitis exposure: a Nationwide, population-based cohort study. *PLoS One.* 2015;**10**(10):e0139693.
 24. Hsu CC, Hsu YC, Chen HJ, Lin CC, Chang KH, Lee CY, Chong LW, Kao CH. Association of periodontitis and subsequent depression: a nationwide population-based study. *Medicine (Baltimore).* 2015;**94**(51):e2347.
 25. Hu JM, Shen CJ, Chou YC, Hung CF, Tian YF, You SL, Chen CY, Hsu CH, Hsiao CW, Lin CY, Sun CA. Risk of colorectal cancer in patients with periodontal disease severity: a nationwide, population-based cohort study. *Int J Colorectal Dis.* 2018;**33**(3):349-52.
 26. Huang ST, Lin CL, Yu TM, Wu MJ, Kao CH. Intensive periodontal treatment reduces risk of infection-related hospitalization in Hemodialysis population: a Nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2015;**94**(34):e1436.
 27. Keller JJ, Lin HC. The effects of chronic periodontitis and its treatment on the subsequent risk of psoriasis. *Br J Dermatol.* 2012;**167**(6):1338-44.
 28. Keller JJ, Wu CS, Lin HC. Chronic rhinosinusitis increased the risk of chronic periodontitis: a population-based matched-cohort study. *Laryngoscope.* 2013;**123**(6):1323-7.
 29. Lee CF, Lin MC, Lin CL, Yen CM, Lin KY, Chang YJ, Kao CH. Non-apnea sleep disorder increases the risk of periodontal disease: a retrospective population-based cohort study. *J Periodontol.* 2014;**85**(4):e65-71.
 30. Lee CF, Lin CL, Lin MC, Lin SY, Sung FC, Kao CH. Surgical treatment for patients with periodontal disease reduces risk of end-stage renal disease: a nationwide population-based retrospective cohort study. *J Periodontol.* 2014;**85**(1):50-6.
 31. Lee YL, Hu HY, Huang N, Hwang DK, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis and periodontal treatment are protective factors to ischemic stroke. *Stroke.* 2013;**44**(4):1026-30.
 32. Lee YL, Hu HY, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of acute myocardial infarction: a nationwide population-based study in Taiwan. *Clin Interv Aging.* 2015;**10**:175-82.
 33. Lee YL, Hu HY, Huang LY, Chou P, Chu D. Periodontal disease associated with higher risk of dementia: population-based cohort study in Taiwan. *J Am Geriatr Soc.* 2017;**65**(9):1975-80.
 34. Lee YL, Hu HY, Yang NP, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of esophageal cancer in males; a nationwide population-based study in Taiwan. *PLoS One.* 2014;**9**(10):e109444.
 35. Lee YT, Lee HC, Hu CJ, Huang LK, Chao SP, Lin CP, Su EY, Lee YC, Chen CC. Periodontitis as a modifiable risk factor for dementia: a Nationwide population-based cohort study. *J Am Geriatr Soc.* 2017;**65**(2):301-5.
 36. Lin PY, Chien KL, Chang HJ, Chi LY. Unfinished root canal treatments and the risk of cardiovascular disease. *J Endod.* 2015;**41**(12):1991-6.
 37. Lin SY, Lin CL, Liu JH, Wang IK, Hsu WH, Chen CJ, Ting IW, Wu IT, Sung FC, Huang CC, Chang YJ. Association between periodontitis needing surgical treatment and subsequent diabetes risk: a population-based cohort study. *J Periodontol.* 2014;**85**(6):779-86.
 38. Mau LP, Kuan YC, Tsai YWC, Lin JJ, Huynh-Ba G, Weng PW, Shieh YS, Cheng WC, Huang RY. Patients with chronic periodontitis present increased risk for osteoporosis: a population-based cohort study in Taiwan. *J Periodontol Res.* 2017;**52**(5):922-9.
 39. Peng CH, Yang YS, Chan KC, Kornelius E, Chiou JY, Huang CN. Periodontal treatment and the risks of cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes: a retrospective cohort study. *Intern Med.* 2017;**56**(9):1015-21.
 40. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Chen CH, Tu CY, Hsia TC, Shih CM, Hsu WH, Sung FC, Kao CH. Risk of periodontal diseases in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a Nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2015;**94**(46):e2047.
 41. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Chen CH, Tu CY, Hsia TC, Shih CM, Hsu WH, Sung FC, Kao CH. Periodontal treatment reduces risk of adverse respiratory events in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a propensity-matched cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2016;**95**(20):e3735.
 42. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Wei CC, Tu CY, Hsia TC, Shih CM, Hsu WH, Sung FC, Kao CH. Impact of periodontal treatment on hospitalization for adverse respiratory events in asthmatic adults: a propensity-matched cohort study. *Eur J Intern Med.* 2017;**46**:56-60.
 43. Su NY, Huang JY, Hu CJ, Yu HC, Chang YC. Increased risk of periodontitis in patients with psoriatic disease: a nationwide population-based retrospective cohort study. *PeerJ.* 2017;**5**:e4064.
 44. Tzeng NS, Chung CH, Yeh CB, Huang RY, Yuh DY, Huang SY, Lu RB, Chang HA, Kao YC, Chiang WS, Chou YC, Chien WC. Are chronic periodontitis and gingivitis associated with dementia? A Nationwide, retrospective. *Matched-Cohort Study in Taiwan.* 2016;**47**(2):82-93.
 45. Wen BW, Tsai CS, Lin CL, Chang YJ, Lee CF, Hsu CH, Kao CH. Cancer risk among gingivitis and periodontitis patients: a nationwide cohort study. *QJM.* 2014;**107**(4):283-90.
 46. Lin TH, Lung CC, Su HP, Huang JY, Ko PC, Jan SR, Sun YH, Nfor ON, Tu HP, Chang CS, Jian ZH, Chiang YC, Liaw YP. Association between periodontal disease and osteoporosis by gender: a nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2015;**94**(7):e553.

47. Chen HH, Huang N, Chen YM, Chen TJ, Chou P, Lee YL, Chou YJ, Lan JL, Lai KL, Lin CH, Chen DY. Association between a history of periodontitis and the risk of rheumatoid arthritis: a nationwide, population-based, case-control study. *Ann Rheum Dis*. 2013;**72**(7):1206-11.
48. Chen PC, Tung YC, Wu PW, Wu LS, Lin YS, Chang CJ, Kung S, Chu PH. Dental procedures and the risk of infective endocarditis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;**94**(43):e1826.
49. Keller JJ, Kang JH, Lin HC. Association between ankylosing spondylitis and chronic periodontitis: a population-based study. *Arthritis Rheum*. 2013;**65**(1):167-73.
50. Keller JJ, Chung SD, Lin HC. A nationwide population-based study on the association between chronic periodontitis and erectile dysfunction. *J Clin Periodontol*. 2012;**39**(6):507-12.
51. Lu MC, Jheng CH, Tsai TY, Koo M, Lai NS. Increased dental visits in patients prior to diagnosis of primary Sjogren's syndrome: a population-based study in Taiwan. *Rheumatol Int*. 2014;**34**(11):1555-61.
52. Wu CS, Yang TH, Lin HC, Sheu JJ, Chu D. Sudden sensorineural hearing loss associated with chronic periodontitis: a population-based study. *Otol Neurotol*. 2013;**34**(8):1380-4.
53. Wu YD, Lin CH, Chao WC, Liao TL, Chen DY, Chen HH. Association between a history of periodontitis and the risk of systemic lupus erythematosus in Taiwan: a nationwide, population-based, case-control study. *PLoS One*. 2017;**12**(10):e0187075.
54. Hung SH, Tsai MC, Lin HC, Chung SD. Allergic rhinitis is associated with periodontitis: a population-based study. *J Periodontol*. 2016;**87**(7):749-55.
55. Chaudhari M, Hubbard R, Reid RJ, Inge R, Newton KM, Spangler L, Barlow WE. Evaluating components of dental care utilization among adults with diabetes and matched controls via hurdle models. *BMC Oral Health*. 2012;**12**:20.
56. Newton KM, Chaudhari M, Barlow WE, Inge RE, Theis MK, Spangler LA, Hujoel PP, Reid RJ. A population-based study of periodontal care among those with and without diabetes. *J Periodontol*. 2011;**82**(12):1650-6.
57. Spangler L, Reid RJ, Inge R, Newton KM, Hujoel P, Chaudhari M, Genco RJ, Barlow WE. Cross-sectional study of periodontal care and glycosylated Hemoglobin in an insured population. *Diabetes Care*. 2010;**33**(8):1753-8.
58. Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Gladowski PA, Bramson JB, Blum JJ. Impact of periodontal therapy on general health: evidence from insurance data for five systemic conditions. *Am J Prev Med*. 2014;**47**(2):166-74.
59. Nasseh K, Vujicic M, Glick M. The relationship between periodontal interventions and healthcare costs and utilization. Evidence from an integrated dental, medical, and pharmacy commercial claims database. *Health Econ*. 2017;**26**(4):519-27.
60. Egeberg A, Mallbris L, Gislason G, Hansen PR, Mrowietz U. Risk of periodontitis in patients with psoriasis and psoriatic arthritis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;**31**(2):288-93.
61. Lee JH, Choi JK, Kim SH, Cho KH, Kim YT, Choi SH, Jung UW. Association between periodontal flap surgery for periodontitis and vasculogenic erectile dysfunction in Koreans. *J Periodontal Implant Sci*. 2017;**47**(2):96-105.
62. Lee JH, Kweon HH, Choi JK, Kim YT, Choi SH. Association between periodontal disease and prostate cancer: results of a 12-year longitudinal cohort study in South Korea. *J Cancer*. 2017;**8**(15):2959-65.
63. Lee JH, Oh JY, Youk TM, Jeong SN, Kim YT, Choi SH. Association between periodontal disease and non-communicable diseases: a 12-year longitudinal health-examinee cohort study in South Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2017;**96**(26):e7398.
64. Lee JH, Lee JS, Park JY, Choi JK, Kim DW, Kim YT, Choi SH. Association of lifestyle-related comorbidities with periodontitis: a Nationwide cohort study in Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2015;**94**(37):e1567.
65. Saito M, Shimazaki Y, Nonoyama T, Tadokoro Y. Association between dental visits for periodontal treatment and type 2 diabetes mellitus in an elderly Japanese cohort. *J Clin Periodontol*. 2017;**44**(11):1133-9.
66. Egeberg A, Mallbris L, Gislason GH, Skov L, Hansen PR. Risk of multiple sclerosis in patients with psoriasis: a Danish Nationwide cohort study. *J Invest Dermatol*. 2016;**136**(1):93-8.
67. Schäfer T, Schneider A, Mieth I, Grobe TG, Schwartz FW. BARMER GEK Zahnreport 2011.
68. Schubert I, Hammer A, Köster I. Möglichkeiten zur Einschätzung des Schweregrades einer Erkrankung auf der Basis von Routinedaten am Beispiel des Schlaganfalls. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes*. 2017;**126**:66-75.
69. Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology: beyond the basics*, 3rd ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning; 2014.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information may be found online in the Supporting Information section at the end of the article.

Appendix S1: Supporting Information

How to cite this article: Blaschke K, Seitz MW, Schubert I, Listl S. Methodological approaches for investigating links between dental and chronic diseases with claims data: A scoping study. *Journal of Public Health Dentistry*. 2019;79:334–342. <https://doi.org/10.1111/jphd.12335>

TEILERGEBNISSE AUS DER ROUTINEDATENANALYSE DES PROJEKTS DENT@PREVENT

Zahnmedizinische Inanspruchnahme und Parodontalbehandlungen bei Patienten mit chronischer Erkrankung

Katja Blaschke, Peter Ihle, Stefan Listl, Ingrid Schubert

Zusammenhänge zwischen Zahnerkrankungen und chronischen Krankheiten sind bekannt. Ein fachlicher Austausch zwischen den behandelnden Arztgruppen findet jedoch kaum statt. Im Rahmen des vom Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss geförderten Projekts Dent@Prevent wurden gesetzliche Krankenkassendaten hinsichtlich der zahnmedizinischen Versorgung von Patienten mit chronischen Erkrankungen untersucht. Erste Ergebnisse werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Umfangreiche empirische Evidenz weist auf einen bestehenden Zusammenhang zwischen Zahnerkrankungen (insbesondere Parodontitis) und verschiedenen weiteren chronischen Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall, hin [Seitz et al., 2019]. Jedoch wird der gemeinsamen Betrachtung des allgemeinen Gesundheitszustands und der Mundgesundheit in Deutschland bislang nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Es gibt Hinweise, dass Zahnmediziner, hausärztlich oder anderweitig tätige Arztgruppen diese Zusammenhänge nicht ausreichend mit ihren Patienten kommunizieren und ein Austausch zwischen den Arztgruppen selten stattfindet [Elangovan et al., 2014; Holzinger et al., 2016; Sippli et al., 2017].

Es wird davon ausgegangen, dass eine intensivere intersektorale Zusammenarbeit von Human- und Zahnmedizin zu einer verbesserten Qualität und Ressourcen-Allokation in der Versorgung führen kann. Das vom Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) geförderte Projekt Dent@Prevent setzt an diesem Punkt an mit dem Ziel, ein Modell für ein interdisziplinäres (zahn-)ärztliches Entscheidungsunterstützungssystem zu entwickeln [Listl, 2017]. Als erste Übersicht über die derzeitige zahnmedizinische Versorgungssituation

von Versicherten mit chronischer Erkrankung wurden gesetzliche Krankenkassendaten (GKV-Routinedaten) ausgewertet, die für Quer- wie Längsschnittanalysen zur Verfügung stehen und frei von Selektions- und Erinnerungsbias sind [Schubert et al., 2008]. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wurden Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und anderen chronischen Erkrankungen mittels Routinedaten für Deutschland kaum untersucht [Blaschke et al., 2019]. Der Barmer-Zahnreport 2017 hatte bereits die Thematik aufgegriffen, in dem das Eintreten einer Zahnextraktion nach Parodontitistherapie bei Personen mit beziehungsweise ohne Diabetes betrachtet wurde. Nach multivariater Analyse zeigte sich ein höheres Risiko für eine Zahnextraktion bei Personen mit Diabetes [Rädel et al., 2017].



KATJA BLASCHKE, M.SC.
PMV Forschungsgruppe, Medizinische
Fakultät und Uniklinik Köln,
Universität zu Köln
Herderstr. 52, 50931 Köln
katja.blaschke@uk-koeln.de
Foto: privat

Nachstehend werden Teilergebnisse aus der Routinedatenanalyse des Projekts Dent@Prevent vorgestellt. Folgende versorgungsepidemiologische Aspekte werden untersucht:

- Die zahnmedizinische Inanspruchnahme, im Speziellen die Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen, bei Personen mit Diabetes, KHK oder Schlaganfall im Vergleich zu alters- und geschlechtsgleichen Versicherten ohne entsprechende chronische Erkrankung und
- die Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen vor und nach dem Auftreten einer Neuerkrankung von Diabetes, KHK beziehungsweise Schlaganfall.

METHODIK

Die Routinedatenanalyse basiert auf der Forschungsdatenbank des InGef, die pseudonymisierte Daten von circa sechs Millionen Versicherten aus circa 70 gesetzlichen Krankenkassen, hauptsächlich Betriebskrankenkassen, umfasst [Andersohn et al., 2016]. Neben den Stammdaten der Versicherten (Alter, Geschlecht, Todesdatum, Mitgliedszeiten) waren folgende Daten relevant, die über die pseudonymisierte Versichertenidentifikationsnummer verknüpft wurden: ambulante ärztliche Diagnosen, Arzneimittelverordnungen, zahnärztliche Leistungen und stationäre Daten mit

Definition von Versicherten mit Diabetes oder KHK auf Basis von GKV-Routinedaten

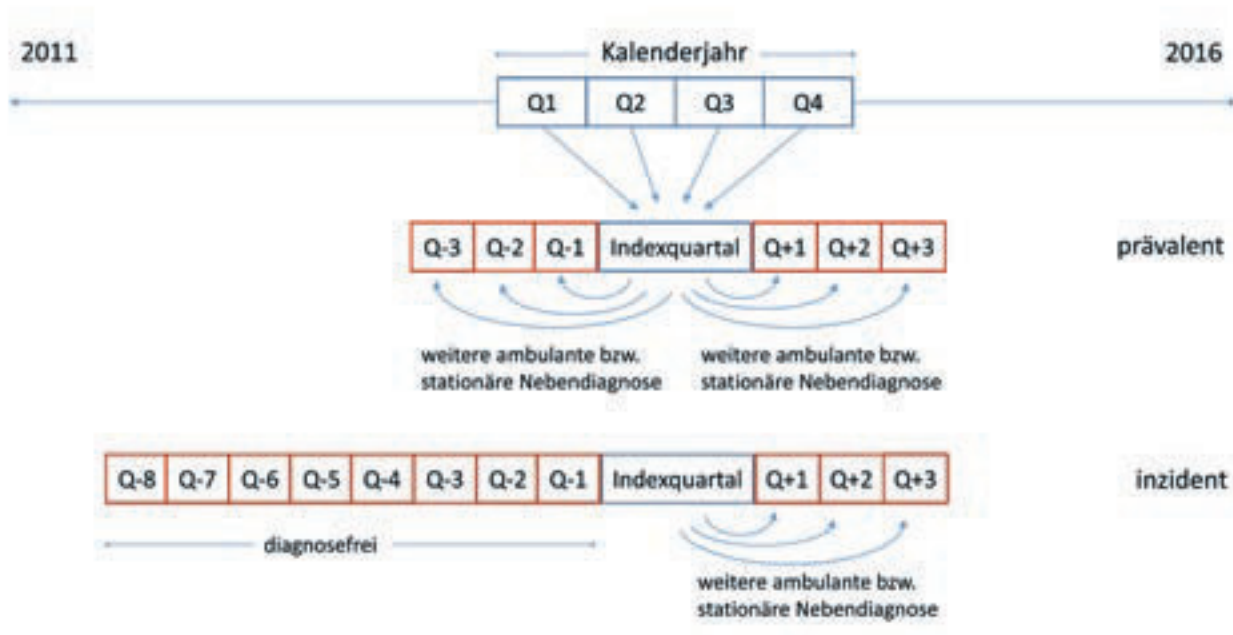


Abb. 1, Indexquartal = erstes Diagnosequartal im betrachteten Kalenderjahr. Q=Quartal.

Quelle: PMV forschungsgruppe, 2020

Dauer, Diagnosen und Leistung. Es standen Daten für die Jahre 2011 bis 2016 zur Verfügung.

In dieser Arbeit wurde entsprechend den beiden Fragestellungen zwischen zwei Studienpopulationen unterschieden. Studienpopulation 1 umfasst Personen, die im Jahr 2016 durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert und mindestens 18 Jahre alt waren. Dabei wurden Versicherte mit einer gesicherten chronischen Erkrankung – Diabetes, KHK oder Schlaganfall (prävalente Fälle) – mit alters- und geschlechtsgleichen Kontrollpersonen ohne dokumentierte jeweilige chronische Erkrankung und im Fall der Diabetes-Kontrollgruppe ohne Antidiabetika-Verordnung (ATC-Code A10) verglichen (1:1-Matching). Studienpopulation 2 umfasst Personen, die zwischen 2011 und 2016 durchgängig versichert und im Jahr 2013 mindestens 18 Jahre alt waren. Zusätzlich wurden nur Personen eingeschlossen, die im Jahr 2013 eine gesicherte Erstdiagnose (inzidente Fälle)

der entsprechenden chronischen Erkrankung (Diabetes, KHK, Schlaganfall) aufwiesen.

Die Versicherten mit Diabetes und KHK wurden anhand der ICD-10-Codes E10–E14 (Diabetes) beziehungsweise I20–I25 und Z95.1, Z95.5 (KHK) identifiziert. Als Versicherte mit jeweiliger chronischer Erkrankung wurden alle Personen eingeschlossen, für die



PETER IHLE, MEDIZINER

PMV forschungsgruppe, Medizinische Fakultät und Uniklinik Köln, Universität zu Köln
Herderstr. 52, 50931 Köln
Foto: privat

- in mindestens einem Quartal im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Entlassungsdiagnose vorlag oder
- eine stationäre Nebendiagnose und drei Quartale vor und/oder nach dem ersten Diagnosequartal (= Indexquartal) im betrachteten Kalenderjahr eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G (gesichert) / Z (Zustand nach) dokumentiert wurde (Abbildung 1) oder
- im Kalenderjahr eine ambulante gesicherte Diagnose dokumentiert wurde und drei Quartale vor und/oder nach dem Indexquartal eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G/Z beziehungsweise eine stationäre Nebendiagnose vorlag (Abbildung 1).

Als inzidente Fälle wurden alle Versicherten mit Diabetes beziehungsweise KHK eingeschlossen, für die acht Quartale vor dem Indexquartal keine entsprechende ambulante

CHARAKTERISTIKA DER STUDIENPOPULATION 1: Alters- und geschlechtsgleiche Versicherte mit beziehungsweise ohne dokumentierte chronische Erkrankung (Diabetes, KHK, Schlaganfall) im Jahr 2016

	Diabetes		KHK		Schlaganfall	
	Fall	Kontrolle	Fall	Kontrolle	Fall	Kontrolle
Population (n)	414.626	414.626	270.155	270.155	11.636	11.636
Alter MW (Std)	66 (13,5)	66 (13,5)	71 (12,0)	71 (12,0)	71 (13,7)	71 (13,7)
Geschlecht (%)						
Männer	56,5	56,5	66	66	57	57
Frauen	43,5	43,5	34	34	43	43
Zahnärztliche Behandlung (%)	66,7	74,5	67,5	69,5	57,6	68
Parodontal- behandlung (%)	1,9	2,2	1,7	1,9	1,1	1,7

Tab. 1, Ergebnisse nach 1:1-Matching. Zahnärztliche Behandlung: mindestens eine zahnärztliche Leistung im Jahr 2016 (BEMA, GOÄ), Parodontalbehandlung: mindestens eine BEMA-Leistung der Ziffer P200-P203, 108, 111 im Jahr 2016

Quelle: PMV forschungsguppe, 2020

(Modifikator G, Z) oder stationäre Neben- beziehungsweise Entlassungsdiagnose dokumentiert war (Abbildung 1). Die Definition eines Falles mit inzidentem Diabetes schließt zusätzlich Versicherte mit einer Antidiabetika-Verordnung acht Quartale vor dem Indexquartal aus. Versicherte mit Schlaganfall wurden anhand der ICD-10-Codes I61, I63 und I64 identifiziert. Ein Versicherter wurde als Person mit Schlaganfall definiert, wenn im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Entlassungsdiagnose vorlag. Versicherte mit inzidentem Schlaganfall hatten zusätzlich acht Quartale vor dem Indexquartal keine dokumentierte Schlaganfall-Diagnose.

Als zahnmedizinische Leistungen wurden alle nach einheitlichem Bewertungsmaßstab der zahnärztlichen Leistungen (BEMA, Teile 1–5) oder Gebührenordnung der Ärzte (GOÄ) abgerechneten Leistungen berücksichtigt. Für die Definition der Inanspruchnahme einer Parodontalbehandlung wurden die Abrechnungsziffern der BEMA P200–P203, sowie 108 und 111 herangezogen. Es wurden deskriptive Analysen durchgeführt. Ergebnisse

zu Studienpopulation 1 beziehen sich auf das Jahr 2016. Im Rahmen der Auswertungen zu Studienpopulation 2 wurden die zwei Jahre (8 Quartale) vor beziehungsweise nach Indexquartal betrachtet.



PROF. DR. MED. DENT. DR. RER. POL. STEFAN LISTL, M.SC.

Radboud university medical center,
Radboud Institute for Health Sciences,
Department of Dentistry – Quality and
Safety of Oral Healthcare

Philips van Leydenlaan 25,
6525EX Nijmegen, Niederlande
und

Universitätsklinikum Heidelberg,
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, Sektion
Translationale Gesundheitsökonomie
Im Neuenheimer Feld 400,
69120 Heidelberg

Foto: Universitätsklinikum Heidelberg

ERGEBNISSE

Im Jahr 2016 konnten 4.338.252 durchgängig beziehungsweise bis zum Tod durchgängig Versicherte in die Analyse eingeschlossen werden. Von diesen Versicherten leiden 9,6 Prozent an einer diagnostizierten Diabetes-Erkrankung (n = 414.626), 6,2 Prozent sind aufgrund einer KHK in Behandlung (n = 270.155). Die administrative Prävalenz eines Schlaganfalls liegt bei 0,3 Prozent (n = 11.636). Tabelle 1 zeigt für die Studienpopulation 1 die zahnärztlichen Inanspruchnahmeparameter.

In allen Populationen von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit beziehungsweise ohne Hinweis auf die Zielerkrankung sind Männer etwas mehr vertreten als Frauen. Der Altersdurchschnitt liegt zwischen 66 Jahren (Diabetes) und 71 Jahren (KHK, Schlaganfall).

In Bezug auf die Inanspruchnahme von zahnmedizinischen Behandlungen zeigt sich, dass Versicherte ohne Diabetes etwas häufiger mindestens eine zahnärztliche Behandlung im Jahr 2016 in Anspruch nehmen als

Versicherte mit einer dokumentierten Diabetes-Erkrankung. Wird nur die Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen betrachtet, zeigen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Versicherten mit und ohne Diabetes. Bei Versicherten mit beziehungsweise ohne KHK zeigen sich keine großen Unterschiede in der zahnmedizinischen Inanspruchnahme. Personen ohne Schlaganfall nehmen im Jahr 2016 häufiger mindestens eine zahnärztliche Behandlung wahr im Vergleich zu Personen mit Schlaganfall. Parodontalbehandlungen werden bei Personen sowohl mit als auch ohne Schlaganfall selten in Anspruch genommen.

Zur Beantwortung der Frage, in welchem Umfang Parodontalbehandlungen vor und nach der erstmaligen Dokumentation einer der hier untersuchten chronischen Erkrankungen durchgeführt wurden, werden Neuerkrankte untersucht (Studienpopulation 2). In die Analyse konnten 23.771 Versicherte mit inzidentem Diabetes, 21.263 Versicherte mit inzidenter KHK und 5.076 Versicherte mit inzidentem Schlaganfall eingeschlossen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl bei Versicherten mit inzidentem Diabetes als auch bei Versicherten mit inzidenter KHK die Inanspruchnahme mindestens einer Parodontalbehandlung nach Diagnosestellung leicht zunimmt. Dabei bleibt der Anteil an Versicherten mit Parodontalbehandlung mit unter 5 Prozent weiterhin auf sehr niedrigem Niveau (Tabelle 2). Bei Ver-

sicherten mit inzidentem Schlaganfall in 2013 zeigen sich hingegen vor und nach Indexquartal keine Änderungen im Inanspruchnahmeverhalten.

DISKUSSION

Die Analyse der Krankenkassendaten zeigt, dass Versicherte mit dokumentiertem Diabetes oder Schlaganfall etwas seltener im Jahr den Zahnarzt aufsuchen als ihre Vergleichspersonen ohne die jeweilige Erkrankung. Auch aus anderen Ländern (USA, Kanada) wird berichtet, dass beispielsweise Patienten mit Diabetes (signifikant) seltener einen Zahnarzt aufsuchen im Vergleich zu Patienten ohne Diabetes [Lessem, 2017; Zangiabadi et al., 2017], jedoch zu einem hohen Anteil unter Parodontitis leiden [Liu et al., 2018; Verhulst et al., 2019a]. In den Niederlanden – hier wird in der Diabetes-Leitlinie Mundgesundheit thematisiert – gab ein Viertel der über Hausarztpraxen für eine Studie rekrutierten Diabetespatienten an, nicht regelmäßig, das heißt mindestens einmal pro Jahr, einen Zahnarzt aufzusuchen, wobei 30 Prozent auch berichteten, keine Versicherung für Zahnarztkosten zu haben [Verhulst et al., 2019a].

Alles in allem hatten in unserer Studie circa 25 bis 40 Prozent der untersuchten Fälle und Kontrollen keinen Zahnarzt im Beobachtungsjahr aufgesucht, so dass ein deutliches Verbesserungspotenzial in der Versorgung vorhanden ist. Dies setzt – wie auch in der internationalen Literatur vermerkt – Kennt-

nisse über die Zusammenhänge aufseiten der Patienten voraus, sowie eine höhere Aufmerksamkeit für diese Thematik bei (Zahn-)Medizinern: Patienten könnten beispielsweise durch ihre Hausärzte oder behandelnden Spezialisten auf die Notwendigkeit eines Zahnarztbesuchs und vice versa hingewiesen werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass – wie von Bissett et al. [2019] für Nord-England beschrieben – auch in Deutschland bislang weder durch Hausärzte noch Zahnärzte konsequent eine Empfehlung für einen entsprechenden Arztbesuch erfolgt [Holzinger et al., 2016; Smits et al., 2019]. Bislang sind die Empfehlungen in Deutschland noch nicht in Leitlinien aufgenommen worden, jedoch wird gegenwärtig federführend von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie e. V. und der Deutschen Diabetes Gesellschaft e. V. eine Leitlinie zu Diabetes und Parodontitis erarbeitet, die Ende 2020 erscheinen soll [AWMF, 2020].

Die Unterschiede bei der Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen sind, wie unsere Analysen zeigen, zwischen den Erkrankten und ihren Kontrollen geringer im Vergleich zu den Ergebnissen der allgemeinen zahnärztlichen Inanspruchnahme. Versicherte ohne die hier betrachteten chronischen Erkrankungen gehen zwar zu einem höheren Anteil zum Zahnarzt, erhalten aber in ähnlichem Umfang Parodontalbehandlungen. Dies könnte auf einen geringeren Bedarf an Parodontalbehandlungen hinweisen, da möglicherweise notwendige Parodontalerkrankungen durch eine höhere Inanspruchnahme eines Zahnarztes aufgedeckt worden wären. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse von Verhulst et al. [2019a], der bei rund 70 Prozent der befragten Diabetespatienten eine Parodontitis feststellte, sowie den Daten der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie, in der höhere Altersgruppen häufiger eine schwere Parodontalerkrankung aufweisen [Jordan et al., 2016], ist jedoch in den in dieser Arbeit betrachteten Gruppen, unter anderem durch den hohen Altersdurchschnitt, von einer unter dem Versorgungsbedarf liegenden Behandlungsrate auszugehen.

Versicherte mit inzidenter chronischer Erkrankung und Inanspruchnahme mindestens einer Parodontalbehandlung zwei Jahre vor beziehungsweise nach Indexquartal

	8 Quartale vor Indexquartal		8 Quartale nach Indexquartal	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Diabetes	683	2,9	1.116	4,7
KHK	607	2,9	898	4,2
Schlaganfall	123	2,4	123	2,4

Tab. 2, Anteil an allen mindestens 18-jährigen und zwischen 2011–2016 durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes, KHK beziehungsweise Schlaganfall

Quelle: PMV forschungsgruppe, 2020

Von Interesse war außerdem das Inanspruchnahmeverhalten von Parodontalbehandlungen in Abhängigkeit von der Inzidenz der betrachteten Erkrankungen. Hier zeigt sich bei Versicherten mit Erstdiagnose eines Diabetes oder einer KHK – nicht für Schlaganfall – in den acht Quartalen nach dem Inzidenzquartal eine circa um das 1,5-fach höhere Inanspruchnahme. Das Studiendesign lässt hier keine Aussagen zur Kausalität zu, die höhere Behandlungsrate könnte aber ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Parodontitis und Diabetes beziehungsweise KHK sein. Möglicherweise ist die Zunahme auch auf eine entsprechende Information der Patienten durch ihre behandelnden Ärzte zurückzuführen. Weitere Aufschlüsse über die kausalen Zusammenhänge zwischen Parodontalerkrankungen und weiteren chronischen Erkrankungen werden durch die NAKO-Gesundheitsstudie erwartet [NAKO Gesundheitsstudie, 2017].

STÄRKEN UND LIMITATIONEN

Die Studie beruht auf einem großen Datensatz von circa sechs Millionen Versicherten, vor allem von Betriebskrankenkassen, so dass die Ergebnisse nur mit Vorsicht verallgemeinert werden können. Prävalenzvergleiche beispielsweise für Diabetes (hier 2016: 9,6 Prozent) zeigen jedoch eine gute Übereinstimmung mit bundesweiten Daten [Goffrier et al., 2017]. Die auf Selbstangaben beruhende Prävalenzschätzung für KHK liegt in der Studie GEDA 2014/2015-EHIS mit 4,8 Prozent [Busch et al., 2017a] etwas niedriger als die aufgrund ärztlich dokumentierter Diagnosen geschätzte Prävalenz von 6,2 Prozent. Als prävalente Schlaganfall-Patienten wurden in unserer Studie Patienten mit einem akuten Ereignis (Krankenhausentlassungsdiagnose) einbezogen. Dieser Anteil liegt deshalb aus methodischen Gründen deutlich unter der 12-Monats-Prävalenz der Studie GEDA 2014/15-EHIS mit 1,6 Prozent [Busch et al., 2017b]. Vorteile der Routedaten bestehen in der Beobachtung von langen Zeitreihen, im Zugang zu Informationen über alle Versicherten unabhängig von deren Gesundheitszustand, in der Vollständigkeit der Daten (kein drop out) und in der fehlenden Verzerrung durch Erinnerungslücken oder den

DR. RER. SOC. INGRID SCHUBERT

PMV forschungsgruppe, Medizinische
Fakultät und Uniklinik Köln,
Universität zu Köln
Herderstr. 52, 50931 Köln

Einfluss des Interviewers [Schubert et al., 2008].

Die vorliegenden Ergebnisse der GKV-Routinedaten basieren auf deskriptiven Auswertungen und dienen als eine erste Übersicht über die zahnmedizinische Versorgungssituation von Patienten mit Diabetes, KHK und Schlaganfall. Alter und Geschlecht wurden bei der Paarlingsbildung als mögliche Confounder berücksichtigt. Des Weiteren basieren die Analysen von Studienpopulation 1 auf einem Querschnittsdesign und es können keine kausalen Zusammenhänge abgeleitet werden. Auch sind der Schweregrad oder die Dauer der Erkrankung nicht bekannt. Bei der Studienpopulation 2 mussten alle Versicherten mindestens 17 Quartale beobachtbar sein, so dass hier keine Aussagen zu Kassenwechslern (eine eher gesündere Population) oder Versterbenden (eher multimorbid, höherer Schweregrad, älter) möglich sind.

AUSBLICK

Die Studie spiegelt die Versorgungssituation von Versicherten mit ausgewählten chronischen Erkrankungen wider. Dabei werfen die Ergebnisse jedoch neue Fragen auf: Weist der aufgedeckte Unterschied in der Inanspruchnahme von Zahnärzten auf eine zu geringe Sensibilisierung für das Risiko von Zahnerkrankungen bei Versicherten mit chronischer Erkrankung hin? Würden größere Unterschiede zwischen Erkrankten und Kontrollen sichtbar werden, wenn die absolute Anzahl an Zahnarztbesuchen betrachtet wird? Des Weiteren würde man nach Angaben aus der Literatur – Parodontitis als stille Volkskrankheit – einen höheren Anteil an Parodontalbehandlungen vor allem unter den Versicherten mit chronischer Erkrankung erwarten. Wird hierauf, zum Beispiel durch Hausärzte, zu wenig geachtet und Patienten folglich zu selten ein Zahnarztbesuch empfohlen? Welche – auch finanziellen – Barrieren

bestehen aufseiten der Versicherten hinsichtlich der Inanspruchnahme einer Parodontalbehandlung? Diese Punkte sollten zukünftig weiter untersucht werden. Für die Versorgung förderlich wären sicherlich gut handhabbare Screening-Instrumente, die im hausärztlichen und im zahnärztlichen Setting eingesetzt werden können. Hierzu wird das Dent@Prevent-Projekt einen Beitrag leisten [Listl, 2017]. So könnte beispielsweise das im Rahmen des Dent@Prevent-Projekts entwickelte interdisziplinäre Entscheidungsunterstützungssystem in die derzeit erarbeitete S2k-Leitlinie „Parodontitis und Diabetes“ als Praxistool aufgenommen werden [AWMF, 2020]. Des Weiteren ist eine erste Pilotstudie eines Diabetes-Screenings in Zahnarztpraxen ermutigend [Ziebolz et al., 2019]. Auch in anderen Ländern, wie den Niederlanden und den Vereinigten Staaten, wird hieran geforscht [Ahdi et al., 2015; Estrich et al., 2019; Verhulst et al., 2019b]. ■

Die Autoren danken dem InGef – Institut für angewandte Gesundheitsforschung Berlin GmbH und der SpectrumK GmbH für die Bereitstellung der GKV-Routinedaten. Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim G-BA unter dem Förderkennzeichen 01VSF16052 gefördert.

ZM-LESERSERVICE



Die Literaturliste kann auf www.zm-online.de abgerufen oder in der Redaktion angefordert werden.

Approach Towards an Evidence-Oriented Knowledge and Data Acquisition for the Optimization of Interdisciplinary Care in Dentistry and General Medicine

Max W. SEITZ^{a,1}, Christian HAUX^a, Petra KNAUP^a, Ingrid SCHUBERT^b,
Stefan LISTL^{c,d}

^a*University of Heidelberg, Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg, Germany;*

^b*University of Cologne, PMV forschungsgruppe, Cologne, Germany;*

^c*University Hospital Heidelberg, Department of Conservative Dentistry, Division of Translational Health Economics, Heidelberg, Germany;*

^d*Department of Quality and Safety of Oral Health Care, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands;*

Abstract. Associations between dental and chronic-systemic diseases were observed frequently in medical research, however the findings of this research have so far found little relevance in everyday clinical treatment. Major problems are the assessment of evidence for correlations between such diseases and how to integrate current medical knowledge into the intersectoral care of dentists and general practitioners. On the example of dental and chronic-systemic diseases, the Dent@Prevent project develops an interdisciplinary decision support system (DSS), which provides the specialists with information relevant for the treatment of such cases. To provide the physicians with relevant medical knowledge, a mixed-methods approach is developed to acquire the knowledge in an evidence-oriented way. This procedure includes a literature review, routine data analyses, focus groups of dentists and general practitioners as well as the identification and integration of applicable guidelines and Patient Reported Measures (PRMs) into the treatment process. The developed mixed methods approach for an evidence-oriented knowledge acquisition indicates to be applicable and supportable for interdisciplinary projects. It can raise the systematic quality of the knowledge-acquisition process and can be applicable for an evidence-based system development. Further research is necessary to assess the impact on patient care and to evaluate possible applicability in other interdisciplinary areas.

Keywords. Interdisciplinary care, Decision support system (DSS), Dental disease, Chronic-systemic disease, Evidence-oriented data acquisition.

¹ Corresponding author. Max W. Seitz, Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Marsilius-Arkaden Turm West, Im Neuenheimer Feld 130.3, D-69120 Heidelberg, Germany; E-mail: max.seitz@med.uni-heidelberg.de.

1. Introduction

The research of interrelations between dental and chronic-systemic diseases is a current topic in scientific literature [1]. Since these medical disciplines work more or less autonomously in Germany, it is difficult to transfer specific knowledge into mutual clinical practice. Especially the absence of a joined medical record leads to a lack of coordination between the medical specialties of dentistry and general practitioners in the treatment process.

To tackle this problem and since interdisciplinary patient care provides a significant potential for improvement [2], a decision support system (DSS) is being developed in the Dent@Prevent project, which should support dentists and general practitioners in decision making for therapy and raises awareness for interdisciplinary correlations.

In order to achieve high motivation for the use of the DSS by the physicians and to provide most recent medical insights for the treatment, the knowledge acquisition is done in an evidence-oriented approach.

Since, to the best of our knowledge, there is no established procedure known for this purpose, a process for the evidence-based knowledge and data acquisition is developed and tested in the Dent@Prevent project.

2. Methods

We suggest an evolutionary general evidence-based knowledge acquisition approach, starting with the disease patterns of dental and chronic-systemic diseases, for which the highest evidence of a correlation is already known. To examine these correlations, real claims data can be analyzed. Based on the results, an interdisciplinary ontology is developed which formally represents the concepts and their relations. The ontology serves as the knowledge base of the DSS and rules are established to construct the logical framework of the DSS.

After implementation and feasibility test of the DSS, the knowledge base can be iteratively extended in breadth and depth, by adding further disease correlations and by increasing the evidence base.

3. Results

We applied the general knowledge acquisition process, mentioned above, for the DSS of the Dent@Prevent project. This results in the following procedure:

- i. A systematic literature review for the identification of scientific publications, which indicate connections between chronic-systemic and dental diseases, was performed. Since various systematic reviews of different quality have already been published, an umbrella review of systematic reviews is carried out [3].
- ii. An evidence measure to assess the evidence established by multiple systematic reviews, regarding the interrelations between different dental and chronic-systemic diseases, is developed.
- iii. The evidence measure is applied on the selected articles.

- iv. Methods are identified which can be applied for the analyses of claims data. The aim is to identify additional relationships between dental and chronic-systemic diseases and to verify those already discovered by the umbrella review.
- v. Based on the results of (iii & iv), an analysis of claims data from health insurers is carried out.
- vi. Subsequently, the treatment options from the literature and existing guidelines are determined for the diseases with the highest evidence.
- vii. In order to involve patients in the treatment process, relevant parameters from patient perspective (Patient Reported Measures - PRMs) are identified from literature.
- viii. In order to involve practitioners early and all along the project, focus groups [4] with dentists and general physicians are conducted in which the results of the preceding steps are discussed and evaluated. Upon the results will be finally decided which decisions the DSS is going to support.
- ix. Finally, rules for decision-making in the DSS are formulated taking the results of literature research, routine data analyses and focus groups with general practitioners and dentists into account.

In the Dent@Prevent project, first results of the literature review (i) indicate evidence for relationships between chronic-systemic diseases and the dental diseases periodontitis, caries and tooth loss. To focus on the most relevant disease patterns for practice further steps (ii) to (ix) are initially carried out for the previously mentioned dental diseases associated with the ten chronic-systemic diseases with the highest burden of disease. Particularly, the relation of chronic periodontitis and diabetes mellitus type 2 [5], coronary heart disease [6] and stroke [7] seem to be of high relevance.

The measure for evaluating the robustness of interrelations between the diseases is currently being developed. In order to make the process as patient-oriented as possible, a mobile application will be developed to collect PRMs as essential parameters for the DSS. In order to cover the health status in both medical specialties, PRMs are considered based on well established, high quality tools in the area of dental and general medicine as well as Quality of Live (QoL) (e.g. EQ-5D [8]).

The DSS and the PRM-app (Patient Reported measure - Application) will be tested in collaboration with general practitioners, dentists and patients. It is planned to develop both applications easily expandable in case new evidence is available.

4. Discussion

The developed procedure has the potential to raise the systematic quality of the knowledge-acquisition process and is applicable for an evidence-based system development. Further progress will show how compatible the heterogeneous tools, used in the mixed-methods approach, can be used together and if they can complement and verify each other.

Both disciplines should be involved in the knowledge acquisition and the decision support should be optimally integrated into the treatment processes. Through the active inclusion of the patient in the data collection, and therapy finding they should also be sensitized for disease interrelationships.

The use of PRMs has the potential to integrate information from the patient's perspective into the decision making process. In the interdisciplinary approach of dental and general medicine this leads to the necessity to capture data from two different disciplines and therefore to a higher number of parameters. To achieve a good response rate, relevant parameters have to be chosen carefully, so that as much relevant information as possible are collected with as few questions as possible. Anyway, PRMs always bear uncertainty how well informed the patient is about his health status.

A limitation of our approach might be that the identified correlations are verified on the basis of administrative insurance data, which have (due to the process of data collection) limitations in the scope of information.

For further improvement, the knowledge base of the DSS could be extended by structured case descriptions and a similarity algorithm. In case no suitable guideline can be applied for decision support the case base could be searched for similar cases and the physician could be supported with the experiences made during former treatments.

5. Conclusion

Evidence orientation and the use of mixed methods for knowledge acquisition are particularly important in interdisciplinary projects such as Dent@Prevent. Especially in relatively autonomous areas such as dental and general medicine, an improved information management with conjoined treatment recommendations, designed based on an evidence-oriented approach, could offer great potential for improvements in the interdisciplinary patient care.

Further tests are necessary to validate benefits for interdisciplinary patient care through the developed process, and if the approach is also applicable for other interdisciplinary [medical disciplines](#).

References




- [1] G. J. Linden, et. al., *Periodontal systemic associations: review of the evidence*, Journal of clinical periodontology 40(s14) (2013), 8-19.
- [2] P. E. Petersen, *The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century – the approach of the WHO Global Oral Health Programme*, Community Dentistry and oral epidemiology 31(s1) (2003), 3-23
- [3] S. Mickenautsch, *Systematic reviews, systematic error and the acquisition of clinical knowledge*, BMC medical research methodology 10(1) (2010), 53.
- [4] D. L. Morgan, *Focus groups*, Annual Review of Sociology 22(1) (1996), 129–152.
- [5] P. M. Preshaw, et. al., *Periodontitis and diabetes: a two-way relationship*, Diabetologia 55(1) (2012), 21-31.
- [6] A. A. Bahekar, et. al., *The prevalence and incidence of coronary heart disease is significantly increased in periodontitis: a meta-analysis*, American heart journal 154(5) (2007), 830-837.
- [7] G. S. Sfyroeras, et. al., *Association between periodontal disease and stroke*, Journal of vascular surgery 55(4) (2012), 1178-1184.
- [8] M. Herdman, et al., *Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L)*, Quality of life research 20(10) (2011), 1727-1736.

Meeting Abstract


Evaluation von Frameworks für die Entwicklung einer mobilen Applikation zur Befragung von Patienten

- Max W. Seitz - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- Christian Haux - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- Stefan Listl - Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- Petra Knap - Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 63. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Osnabrück, 02.-06.09.2018. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2018. DocAbstr. 253

doi: 10.3205/18gmds121  , urn:nbn:de:0183-18gmds1217 

Veröffentlicht: 27. August 2018

© 2018 Seitz et al.
Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> .

Text

Einleitung: Im Rahmen des Dent@Prevent [1] Projekts soll eine mobile Applikation für die Befragung von Patienten entwickelt werden, über die Patienten ihren Zahn- und Hausärzten behandlungsrelevante Informationen (Patient Reported Measures (PRMs)) bereitstellen. Die PRMs sollen von einem Entscheidungsunterstützungssystem genutzt werden, welches den Ärzten individuelle Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Zahn- und chronischen Erkrankungen liefert. Zudem sollen die Patienten durch Angabe von Behandlungspräferenzen und Informationen über ihren Gesundheitszustand stärker in den Behandlungsprozess integriert werden.

Da die Entwicklung und Wartung von mobilen Applikationen mit hohem Aufwand und Kosten verbunden ist, werden häufig Entwicklungsframeworks genutzt. Es ist unklar, welches Framework in dem interdisziplinären Umfeld des Dent@Prevent-Projekts am besten geeignet ist. Daher berichten wir in diesem Beitrag über die Durchführung und Ergebnisse einer Nutzwertanalyse (NWA).

Methodik: Für die NWA wurde eine „Methode für die mehrdimensionale Bewertung und den Vergleich von Varianten“ [2] verwendet und wie folgt vorgegangen:

- Identifikation relevanter Entwicklungsframeworks.
- Auswahl der Bewertungskriterien (B).
- Gewichtung (G) der gewählten Bewertungskriterien und Bestimmung einer quantitativen Bewertungsskala (1-3Pkt.).
- Definition einer Skala zur Bestimmung des Erfüllungsgrads (E) der Alternativen (A) (1-3Pkt.).
- Beurteilung der Alternativen für jedes einzelne Bewertungskriterium.
- Berechnung der Nutzwerte (NW) anhand der Formel: $NWA = \sum GB^*EA$ [2].

Nutzbare Frameworks wurden anhand eines narrative review [3] identifiziert. Die Bewertungskriterien und deren Gewichtung wurden durch Diskussion zwischen den für die Entwicklung verantwortlichen Wissenschaftlern (MS und CH) ausgewählt. Die Bewertung der Frameworks für jedes Kriterium erfolgte unabhängig mit anschließendem Konsensverfahren.

Ergebnisse: Im Rahmen der Projektanforderungen wurden Multiplattformfähigkeit (m), Einfache Implementierbarkeit (i), Usability (u) und Lokale Datenspeicherung (ld) als wichtigste Bewertungskriterien betrachtet. Die Kriterien Open-Source (o), Bekanntheit (b) und Kosten (k) wurden mit mittlerer Priorität gewichtet. Die Datenaustauschmöglichkeit (d) wurde mit geringer Priorität bewertet, da die angestrebte Integration in Praxisinformationssysteme von der Bereitstellung offener Schnittstellen der Hersteller abhängig ist.

Als aussichtsreiche Frameworks wurden in die NWA aufgenommen und bewertet:

- ResearchKit [4] kombiniert mit ResearchStack [5] (m:6/i:6/u:9/ld:6/o:6/b:6/k:6/d:2=Σ47),
- Ionic [6] (m:9/i:6/u:9/ld:6/o:6/b:4/k:2/d:2=Σ44),
- Titanium [7] (m:9/i:3/u:6/ld:6/o:6/b:4/k:2/d:2=Σ38),
- LimeSurvey [8] (m:9/i:9/u:3/ld:3/o:2/b:4/k:6/d:2=Σ38) und
- Redcap [9] (m:9/i:6/u:3/ld:3/o:2/b:6/k:4/d:2=Σ35).

Es war ein Höchstwert von 57 möglich.

Diskussion: Den höchsten Nutzwert erzielten die aufeinander abgestimmten Frameworks ResearchKit und ResearchStack, so dass sie für die Implementierung ausgewählt wurden. Zwar kann mit diesem kombinierten Ansatz nicht mit nur einem Framework hybrid entwickelt werden, jedoch gibt es genügend gemeinsame Funktionalität und ein wechselseitiges Rahmen- und Namensschema, um die Anpassung von ResearchKit-Anwendungen an Android und ResearchStack-Anwendungen an iOS erheblich zu beschleunigen [5]. Zudem ist das ResearchKit, u.a. durch sein ansprechendes Design, im medizinischen Sektor weitverbreitet.

Ionic erzielte nur einen wenig niedrigeren Nutzwert. Die höheren Nutzungskosten und der geringere Bekanntheitsgrad im medizinischen Kontext führten dazu, dass es nicht in Betracht gezogen wurde.








Die Nutzwertanalyse hat sich für die Evaluation von Frameworks zur Entwicklung einer mobilen Patientenbefragungssapplikation als praktisches und leicht anwendbares Werkzeug erwiesen. Im nächsten Schritt wird die Applikation mit den ausgewählten Frameworks entwickelt. Dazu werden die gemeinsam mit Experten entwickelten PRMs integriert und mit einem Prototyp, Usability- und Validierungstests durchgeführt.

Acknowledgements: Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VVF16052 gefördert.

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Autoren geben an, dass kein Ethikvotum erforderlich ist.

Literatur

1. Haux C, Schubert I, Ganzinger M, Knap P, Listl S. Implementierung von Routinedaten und PROMs in die evidenz-informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung. In: 16. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Berlin, 04.-06.10.2017. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. p. DocP225. DOI: 10.3205/17dkvf215 
2. Amnenwerth E, Haux R. IT-Projektmanagement in Krankenhaus und Gesundheitswesen: einführendes Lehrbuch und Projektleitfaden für das taktische Management von Informationssystemen. Schattauer Verlag; 2015. S. 220-222, 297.
3. Dijkers M. What is a scoping review. KT Update. 2015;4(1):1-4.
4. Apple ResearchKit. Introducing ResearchKit. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <http://researchkit.org/> 
5. ResearchStack. ResearchStack - An SDK for building research study apps on Android. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <http://researchstack.org/> 
6. Ionic. Your mobile development toolkit. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <https://ionicframework.com/pro> 
7. Appcelerator. Titanium Mobile Development Environment. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <https://www.appcelerator.com/Titanium/> 
8. LimeSurvey. Professionelle Online-Umfragen mit LimeSurvey. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <https://www.limesurvey.org/de/> 
9. RedCap. REDCap - A secure web application for building and managing online surveys and databases. 2018 [Accessed 06 April 2018]. Available from: <https://projectredcap.org/> 

Development of an HL7 FHIR Architecture for Implementation of a Knowledge-based Interdisciplinary EHR

Max W. SEITZ^{a,1}, Stefan LISTL^{b,c} and Petra KNAUP^a

^a *University of Heidelberg, Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg, Germany*

^b *University Hospital Heidelberg, Department of Conservative Dentistry, Division of Translational Health Economics, Heidelberg, Germany*

^c *Department of Quality and Safety of Oral Health Care, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands*

Abstract. The treatment of multimorbid patients confronts physicians with special challenges. Complex disease correlations, insufficient evidence, lack of interdisciplinary guidelines, limited communication between physicians of different specialties, etc. complicate the treatment. To improve the present care situation for multimorbid patients we describe a development approach for an interdisciplinary Electronic Health Record (EHR). As part of the Dent@Prevent project, which aims to improve the intersectoral care of patients with correlating dental and chronic systemic diseases, the proposed EHR will first be tested in the field of dentistry and general medicine. Based on the HL7 FHIR standard the proposed EHR uses a modern three-tier (client-server) architecture. Crucial element of the EHR is a knowledge base, which comprises components for mapping diseases with their complex correlations, integrates patient reported parameters and classifies information in evidence levels. Using the FHIR standard the described elements need to be transferred into the data schema of FHIR resources. The development of an EHR to improve the treatment of multimorbid patients needs to be tailored to the specific needs of multimorbid patients. An interdisciplinary EHR offers the potential to facilitate communication between patients and physicians and provide them with evidence-based information on disease correlations. The next step is to test the practical implementation and applicability for further interdisciplinary disease correlations.

Keywords. Interdisciplinary care, Electronic Health Record (EHR), Decision Support System (DSS), Multimorbidity, Chronic systemic disease, Noncommunicable disease, Dental disease, HL7 FHIR.

1. Introduction

The treatment of multimorbid patients is a great challenge of modern medicine. Complex correlations and interactions of diseases can cause i.a. higher mortality, increased disability and functional declines, and decreased quality of life [1]. Nevertheless, the

¹ Corresponding Author: Max W. Seitz, Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Marsilius-Arkaden Turm West, Im Neuenheimer Feld 130.3, D-69120 Heidelberg, Germany; E-mail: max.seitz@med.uni-heidelberg.de.

treatment of chronic diseases is often administered on a disease-specific basis, respectively in medical specialties [2].

Especially, the field of dentistry is largely self-sufficient. Although multiple and complex correlations between various dental and chronic systemic diseases are widely known [3], the cooperation and communication between general practitioners (GPs) and dentists is still limited [4]. The gaps in intersectoral care between dentistry and general medicine offer a significant potential for improvement [5]. In addition, a solution for the existing problems could be transferable to other medical specialties.

The Dent@Prevent project [3] aims to improve the current collaboration between GPs and dentists by implementation of modern information technologies. To improve intersectoral care a prototype of a knowledge-based EHR is developed, which represents highly complex disease correlations and considers them for interactive decision support.

With HL7 FHIR a modern standard is available, which should be suitable to meet the described requirements. Therefore, this article elaborates how a FHIR architecture can be developed for the use case of multimorbid patient treatment. The proposed EHR-architecture will be implemented and tested within Dent@Prevent for the care of patients with correlating dental and chronic systemic diseases.

2. Methods

FHIR is a standard developed by HL7 international, which supports data exchange between software systems in healthcare. FHIR is resource-based and relies on modern web-based API technologies and standards (e.g. REST, XML, JSON, TLS/SSL, ATOM, HTTPS, OAuth2) [6]. FHIR uses a client-server architecture. Therefore, our approach suggests a three-tier architecture, with a presentation, application and data layer. For Dent@Prevent the presentation layer needs to display relevant information to patients and health care providers in a convenient way.

At the application level, all data must be processed appropriately and efficiently to provide stakeholders with relevant information. For better regulation and prevention, multimorbid patients should get information about disease risks and known correlations. For the attending physicians important information of the opposing field of expertise need to be made available.

On the data layer a knowledge base must store all information about diseases and their possible correlations between each other transparently and easily accessible. The data scheme of the knowledgebase must be transferable to FHIR resources. To achieve this all relevant information have to be mapped within the attributes of suitable FHIR resources, and the resources themselves must logically refer to each other to appropriately represent the knowledge model.

3. Results

The knowledge-based FHIR EHR was modelled on three layers as follows:

The **presentation layer** enables patients and health care providers to easily check, enter, edit or delete information. For the integration of patients, Dent@Prevent has already developed mobile applications to collect Patient Reported Outcome Measures (PROMs) for iOS and Android by using the development frameworks ResearchKit and ResearchStack [7]. The PROMs were specifically developed with dentists, GPs and

patients using the Delphi method [8] to collect relevant information for intersectoral collaboration. The patient data collected via the mobile applications is transferred to the EHR via an interface and made available to the attending physicians. Due to the large amount of heterogeneous data, the presented information for patients and practitioners must be filtered and comprehensible presented (e.g. sorted by relevance or disease).

On the **application layer**, information management is the most important factor. Collected data are analyzed to call subsequent functions and to request supporting information from the knowledge base. Additional processing is necessary for decision support and risk calculations on the basis of PROMs. Furthermore, the collected heterogeneous data must be transferred correctly into the data scheme of the data layer. The application layer is consequently responsible for the correct incorporation of the collected data into the attributes of appropriate FHIR resources and the generation of links between the resources on the data layer.

The **data layer** is divided into two sublayers for knowledge and data representation. The knowledge base consists of three components.

1. The first describes diseases and their interrelations among each other, by using instances of the *Condition resource* that reference each other.
2. The second comprises information collected directly from the patient. This includes validated risk questionnaires (e.g. FINDRISK [9] for detection of diabetes), to determine the presence of additional diseases. This information can be mapped through the *Questionnaire* and *RiskAssessment resource*.
3. The third is used to categorize information from the first and second component into evidence levels. Because of the heterogeneity of data it is sensible to present the stakeholders (patients and physicians) the source and reliability (evidence) of the information. To assess evidence, the resources *Evidence*, *qualityOfEvidence* and *strengthOfRecommendation* can be used.

4. Discussion

The newly developed EHR architecture, using the FHIR standard and 3 layer modeling, shall provide the flexibility and expandability necessary to address the complex correlations of multimorbid patient treatment. FHIR was chosen, because the standard is expected to cover the requirements of the described EHR architecture.

For a good patient support the structure must be specific enough to support certain diseases with their associated correlations, but also flexible to expand with other diseases and correlations. To achieve this the knowledgebase is designed to be modularly expandable. Additionally FHIR offers to customize and extend resources, while still being backwards compatible.

To improve the care of multimorbid patients a better integration of the patient into the treatment process is sensible. In order to increase patient participation, the proposed EHR offers the patients to provide health information by themselves i.a. to calculate the risk for the development of additional diseases and informs about (possible) disease correlations.

A challenging factor in the implementation of the proposed EHR will be the mapping of all knowledgebase components into FHIR resources. The implementation will show, how suitable the 80/20 design scheme '*focus on the 20% of requirements that satisfy 80% of the interoperability*' meets the presented requirements.

The main problem to be solved is to improve the interdisciplinary information exchange between physicians, treating a common multimorbid patient. An interdisciplinary EHR, which facilitates the data acquisition and sharing between patients and their attending physicians, offers the potential to improve communication and coordination to the benefit of multimorbid patients.

5. Conclusion

Due to its complexity, the interdisciplinary treatment of multimorbid patients is still a great challenge, which is difficult to improve even with modern information systems. An EHR specifically developed for such treatment cases could offer the potential to improve communication, coordination and data exchange between patients and their attending physicians. In the planning and development of interdisciplinary EHR, the special needs of multimorbid treatment cases must be taken into account very carefully.

Further development is necessary to verify the practical implementability and usability of the planned EHR. The results of this work are to be transferred for the intersectoral care of multimorbid patients by different medical specialties. The applicability of the EHR architecture for other interdisciplinary disease correlations of different specialties must be evaluated in the further progress.

References




- [1] I. Schäfer, E.-C. von Leitner, G. Schön, D. Koller, H. Hansen, T. Kolonko, et al., Multimorbidity patterns in the elderly: a new approach of disease clustering identifies complex interrelations between chronic conditions, *PloS one* **5** (12) (2010), e15941. doi: 10.1371/journal.pone.0015941.
- [2] E.A. Bayliss, A.E. Edwards, J.F. Steiner and D.S. Main, Processes of care desired by elderly patients with multimorbidities, *Family practice* **25** (4) (2008), S. 287–293. doi: 10.1093/fampra/cmn040.
- [3] M.W. Seitz, S. Listl, A. Bartols, I. Schubert, K. Blaschke, C. Haux and M.M. van der Zande, Current knowledge on correlations between highly prevalent dental conditions and chronic diseases: an umbrella review, *Preventing Chronic Disease* (2019), accepted for publication.
- [4] K. Sippli, M.A. Rieger and F. Huettig, GPs' and dentists' experiences and expectations of interprofessional collaboration: findings from a qualitative study in Germany, *BMC health services research* **17** (1) (2017), S. 179.
- [5] P.E. Petersen, The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century – the approach of the WHO Global Oral Health Programme, *Community Dentistry and oral epidemiology* **31** (s1) (2003), 3-23.
- [6] M.W. Seitz, C. Haux, S. Listl and P. Knaup, Evaluation von Frameworks für die Entwicklung einer mobilen Applikation zur Befragung von Patienten, *Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 63 Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie eV (GMDS) Osnabrück*, (2018).
- [7] Health Level Seven International, Welcome to FHIR, (2019). <http://hl7.org/fhir>. (accessed March 18, 2019).
- [8] C. Okoli and S.D. Pawlowski, The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications, *Information & Management* **42** (1) (2004), S. 15–29. doi: 10.1016/j.im.2003.11.002.
- [9] J. Li, R. Hoffmann and P.E.H. Schwarz, Diabetesrisiko früh erkennen - FINDRISK für Hausärzte, *Diabetes aktuell* **6** (02) (2008), 58–64. doi: 10.1055/s-2008-1079118.

Meeting Abstract

Nutzerorientierte Anforderungsmodellierung für die Entwicklung eines interdisziplinären Entscheidungsunterstützungssystems

- Christian Haux - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- Max W. Seitz - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- Stefan Listl - Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland; Radboud University Nijmegen, Nijmegen, Niederlande
- Petra Knaup - Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 63. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Osnabrück, 02.-06.09.2018. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2018. DocAbstr. 273

doi: 10.3205/18gmds026  , urn:nbn:de:0183-18gmds0268 

Published: August 27, 2018

© 2018 Haux et al.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> .

Text

Einleitung: In der wissenschaftlichen Literatur gibt es Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Zahnerkrankungen und chronischen Erkrankungen [1], [2]. Daher ist eine interdisziplinäre Versorgung wichtig, bei der Haus- und Zahnarzt eines Patienten umfassend über dessen Gesundheitszustand informiert und die Kommunikation zwischen diesen gefördert werden kann. Bisher wird die Zusammenarbeit von Haus- und Zahnärzten kaum durch E-Health-Lösungen unterstützt. Das Dent@Prevent-Projekt entwickelt daher ein interdisziplinäres Entscheidungsunterstützungssystem [3]. In diesem Beitrag werden die Modellierung der interdisziplinären Versorgungsprozesse und die Möglichkeiten zur Einbindung in die Versorgung vorgestellt.

Methoden: Mit einer systematischen Übersichtsarbeit wurde zunächst die Evidenz für konkrete Zusammenhänge zwischen Zahnerkrankungen und chronischen Erkrankungen ermittelt [4]. Für den Zusammenhang mit der höchsten Evidenz, Parodontitis und Diabetes, wurden die Behandlungsprozesse [5], [6], [7] mit der Methode ARIS (Architektur Integrierter Informationssysteme) [8] modelliert und von Zahnärzten validiert. Mit der Brainstorming-Methode wurde ein allgemeiner, interdisziplinärer Versorgungsprozess abgeleitet sowie Komponenten und Funktionen des interdisziplinären Entscheidungsunterstützungssystems identifiziert.

Ergebnisse: Die Prozesssicht des ARIS-Modells besteht aus zwei Behandlungsszenarien. Das erste Szenario geht von einer Parodontitis-Behandlung aus. Der Zahnarzt muss bereits während der Anamnese über den Diabetesstatus des Patienten informiert sein, da dies Auswirkungen auf den Erfolg der Parodontitis-Behandlung hat. Das zweite Szenario geht von einer Diabetes-Therapie aus, bei der eine vorherige Parodontitis-Behandlung die Blutzuckerkontrolle verbessern kann. Insgesamt konnten für die Szenarien 21 relevante Parameter identifiziert werden, die in der Datensicht des ARIS-Modells abgebildet wurden. Für das Entscheidungsunterstützungssystem wurde zum einen die Funktion bestimmt, ausgehend von patientenberichteten Parametern Hinweise für Haus- und Zahnarzt auf das Vorliegen von Erkrankungen zu generieren. Zum anderen kann es Haus- und Zahnarzt mit behandlungsrelevanten Informationen versorgen, die bei der Therapieplanung unterstützen. Durch die Diskussion mit Haus- und Zahnärzten konnten Limitationen bei der interdisziplinären Kommunikation identifiziert werden, die durch eine stärkere Patientenpartizipation verbessert werden könnten. Zur Einbindung von Patienten kann eine mobile Applikation beitragen, mit der Patienten relevante Informationen über ihren Gesundheitsstatus und Behandlungspräferenzen berichten. Zum Beispiel kann die mobile Applikation dafür verwendet werden, den HbA1c-Wert eines Diabetespatienten zu dokumentieren. Somit werden behandlungsrelevante Informationen zwischen Haus- und Zahnarzt austauschbar.



Diskussion: Mit der Modellierung des interdisziplinären Prozesses konnten erfolgreich verschiedene Behandlungsszenarien abgebildet und Funktionen einer Patienten-Applikation und eines Entscheidungsunterstützungssystems abgeleitet werden. Diese werden im nächsten Schritt prototypisch implementiert. Der Austausch relevanter Informationen zwischen Haus- und Zahnarzt eines Patienten ist limitiert, wird jedoch als sinnvoll erachtet [9]. Entgegen anderer Bereiche der intersektoralen Versorgung, zum Beispiel Zuweisungs- oder Entlassmanagement, gibt es bei der interdisziplinären Zusammenarbeit von Haus- und Zahnärzten keine festgelegten Kommunikationspfade. Eine stärkere Patientenpartizipation kann eine zentrale Rolle bei der Umsetzung des interdisziplinären Behandlungsprozesses spielen. Eine Entscheidungsunterstützung könnte in Zukunft dafür genutzt werden, um Haus- und Zahnärzten proaktiv relevante Informationen für die Behandlung bereitzustellen oder den Therapieerfolg zu simulieren. Das Modell ist zunächst auf die Erkrankungen Diabetes und Parodontitis beschränkt. Die Ergebnisse sollen im nächsten Schritt um weitere Erkrankungszusammenhänge ergänzt werden. So können die Anforderungen an die Komponenten für eine interdisziplinäre Entscheidungsunterstützung systematisch ermittelt und die Wissensbasis modular aufgebaut werden.

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VSF16052 gefördert.

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Autoren geben an, dass kein Ethikvotum erforderlich ist.

Literatur

1. Liljestrand JM, Havulinna AS, Paju S, Mannisto S, Salomaa V, Pussinen PJ. Missing Teeth Predict Incident Cardiovascular Events, Diabetes, and Death. *Journal of Dental Research*. 2015;94(8):1055–62.
2. Botero J, Rodríguez C, Agudelo-Suarez A. Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review. *Australian Dental Journal*. 2016 Jun;61(2):134–48.
3. Haux C, Schubert I, Ganzinger M, Knaup P, Listl S. Implementierung von Routinedaten und PROMs in die evidenz-informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung. In: 16. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Berlin, 04.-06.10.2017. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. DocP225 (P225). DOI: 10.3205/17dkvf215  
4. Seitz M, Listl S, Haux C, van der Zande M. Current knowledge regarding links between highly prevalent dental and chronic diseases: an umbrella review. *Forthcoming* 2018.
5. Deschner J, Haak T, Jepsen S, Kocher T, et al. Diabetes mellitus und Parodontitis. *Der Internist*. 2011 Apr;52(4):466–77.
6. Hierse L. Parodontitis als Volkskrankheit. *IGZ Die Alternative*. 2015;20(1):4–10.
7. Müller-Wieland D, Petermann A, Nauck M, Heinemann L, et al. Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. *Diabetologie und Stoffwechsel*. 2016;(S 02):S78–81.
8. Scheer AW. *Architecture of integrated information systems*. 1st ed. Berlin; Heidelberg: Springer; 1992.
9. Sippli K, Rieger MA, Huettig F. GPs' and dentists' experiences and expectations of interprofessional collaboration: Findings from a qualitative study in Germany. *BMC Health Services Research*. 2017;17(1):1–13.



Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Verbesserung der interdisziplinären Versorgung von Allgemein- und Zahnmedizin

- Zahlreiche Hinweise auf Assoziation zwischen Zahnerkrankungen und chronischen Erkrankungen in der Literatur
- Erhebliches Verbesserungspotenzial in der interdisziplinären Versorgung
- Dent@Prevent möchte Entscheidungsunterstützungssystem zur Verbesserung der interdisziplinären Versorgung entwickeln

2. patientenberichtete Informationen (Patient Reported Measures – PRMs) zur Erfassung von Vorerkrankungen und Behandlungspräferenzen zu definieren und zu untersuchen, wie verlässlich derartige Informationen sind;
3. ein prototypisches DSS zur Entscheidungsunterstützung zu entwickeln sowie dessen Anwendbarkeit in der Praxis zu erproben.

Hintergrund

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es zahlreiche Hinweise auf die Assoziation zwischen Zahnerkrankungen und chronischen Erkrankungen, wie beispielsweise Diabetes, denen unter den Aspekten von Prävention und Früherkennung weiter nachgegangen werden sollte. Ein Beispiel ist der belegte Zusammenhang zwischen Diabetes und Parodontitis [1]. Dennoch wird der Betrachtung des allgemeinen Gesundheitszustandes in Verbindung mit der Mundgesundheit in Deutschland bislang nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Die Intensivierung der interdisziplinären Zusammenarbeit von Allgemein- und Zahnmedizin bietet Potenzial zur Verbesserung der Versorgungsqualität, insbesondere vor dem Hintergrund zunehmender Komplexität aufgrund wachsender Informationsmengen und der Entwicklung der Patientenversorgung zu mehr Patientenzentrierung. Eine verbesserte interdisziplinäre Zusammenarbeit kann zu einer verbesserten Qualität und Ressourcen-Allokation in der Versorgung führen.

Dent@Prevent

Das Projekt Dent@Prevent [2] wird seit Mai 2017 vom Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss gefördert. Als Konsortialpartner sind das Universitätsklinikum Heidelberg, die Universität zu Köln, die Radboud University in Nimwegen sowie das Institut für angewandte Gesundheitsforschung (InGef) in Berlin beteiligt. Das Projekt möchte, am Beispiel der zahn- und allgemeinmedizinischen Versorgung, die Evidenzbasis für Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen- und chronisch-systemischen Erkrankungen stärken und mit der Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems (Decision Support System – DSS) einen Beitrag zur Verbesserung der interdisziplinären Zusammenarbeit leisten. Zentrale Aspekte sind:

1. Statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronisch-systemischen Erkrankungen aus der Literatur durch Analysen von Routinedaten der gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV) zu verifizieren;

Entscheidungsunterstützung in Dent@Prevent

Ein wichtiges Ziel des Dent@Prevent-Projektes ist es, ein Modell für ein interdisziplinäres DSS zu erstellen, das auf wissenschaftlicher Evidenz beruht und Entscheidungen auf Basis von Patientenangaben unterstützt. Bei der Entwicklung wird im Projekt wie folgt vorgegangen (Abb. 1):

Erster Schritt ist eine systematische Literaturrecherche, um den Stand der Forschung bezüglich der bekannten Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen aufzuzeigen. Erste Ergebnisse deuten auf Zusammenhänge zwischen Parodontitis, Zahnausfall sowie Karies und Diabetes mellitus Typ 2 [3], koronaren Herzkrankheiten [4] sowie Schlaganfall [5] hin. Im nächsten Schritt erfolgt die Entwicklung eines Evidenzmaßes zur Beurteilung der Robustheit der gefundenen Zusammenhänge. Weiterhin wird mit der Literaturrecherche das Ziel verfolgt, bestehende Leitlinien mit Empfehlungen zur Behandlung zu identifizieren, damit diese später in die Wissensbasis des DSS integriert werden können. Zusätzlich erfolgt eine Recherche, welche etablierten PRMs im Kontext chronisch-systemischer und zahnmedizinischer Erkrankungen genutzt werden können. Hierbei werden auch generische Instrumente, z.B. EQ-5D [6], einbezogen.

Anhand von GKV-Routinedaten aus der Forschungsdatenbank des InGef wird anschließend untersucht, ob sich die in der Literatur gefundenen Zusammenhänge auch in diesem Datenbestand bestätigen lassen. Das InGef ist ein auf Versorgungsforschung spezialisiertes Forschungsinstitut, das mit öffentlichen Auftraggebern im Gesundheitswesen zusammenarbeitet. Im Rahmen des Dent@Prevent-Projektes ermöglicht das InGef den Zugang zu GKV-Routinedaten und unterstützt bei deren Analyse. Es liegen anonymisierte Daten von ca. 7 Mio. Versicherten für die Jahre 2010 bis 2015 vor [7]. Es stehen sowohl zahnärztliche Daten als auch Daten aus dem ambulanten und stationären Sektor zur Verfügung. Die Analysen sollen vorwiegend Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen Interventionen und Diagnosen chronischer Erkrankungen identifizieren.

Namen der Autoren:
Christian Haux, M.Sc.;
Dr. Ingrid Schubert²;
Max Wolfgang Seitz, M.Sc.;
Prof. Dr. Petra Knaup¹;
Prof. Dr. Dr. Stefan Listl,
M.Sc.^{3, 4}

Institutionen der Autoren:

- 1 Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- 2 PMV Forschungsgruppe, Universität zu Köln, Köln, Deutschland
- 3 Sektion Translationale Gesundheitsökonomie, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, Mund-, Zahn-, Kieferklinik Heidelberg, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- 4 Department of Quality and Safety of Oral Health Care, Radboud University, Nimwegen, Niederlande

E-Mail-Adressen der Autoren:
christian.haux@med.uni-heidelberg.de
ingrid.schubert@uk-koeln.de
max.seitz@med.uni-heidelberg.de
petra.knaup@med.uni-heidelberg.de
stefan.listl@med.uni-heidelberg.de

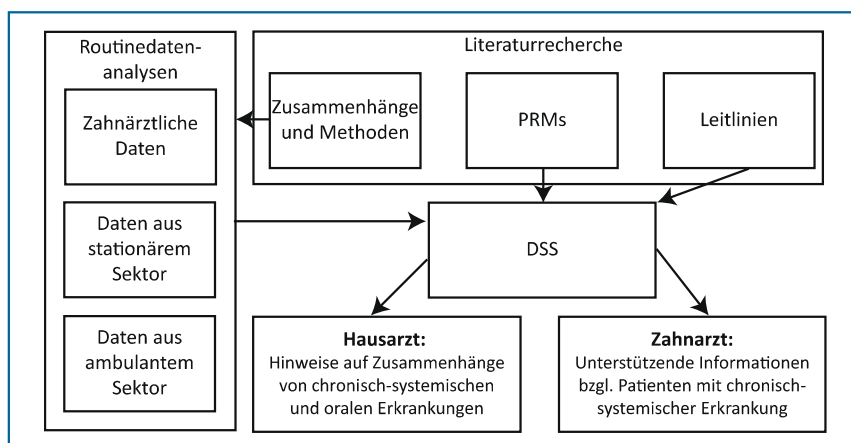
Hohe Anwender- und Patientenzentrierung sind wichtige Aspekte des Projektes. Hierfür werden Ärzte, Zahnärzte und Patienten so früh wie möglich in den Entwicklungsprozess einbezogen. So werden in Fokusgruppen praxisbezogene Erfahrungen für die Behandlung von Patienten mit entsprechenden Krankheiten sowie aktuelle Behandlungsmöglichkeiten diskutiert. Ebenso soll konkreter Bedarf an Unterstützung, Wissen oder Empfehlungen identifiziert werden. Weiterhin sollen die in der Literatur gefundenen PRMs in einem Delphi-Prozess von Expertengruppen präzisiert werden. Die Ergebnisse werden für die Realisierung der Erhebung der PRMs sowie zur konkreten Entscheidungsunterstützung durch das DSS genutzt.

Es ist geplant, die Abfrage der PRMs in einer mobilen Applikation zu implementieren. Die Pilotversion der Applikation wird auf Tablet-PCs in mehreren Arzt- und Zahnarztpraxen den Patienten zur Verfügung gestellt und von diesen hinsichtlich Anwenderfreundlichkeit und Verständlichkeit getestet. Durch den Vergleich der Patientenangaben mit klinischen Befunden oder Diagnosen verspricht man sich Hinweise, wie gut die Patienten über den Status ihrer Mundgesundheit informiert sind und wie verlässlich patientenberichtete Informationen sind.

Das DSS hat zum einen das Ziel, dem Hausarzt eines Patienten, der an einer der untersuchten chronisch-systemischen Erkrankungen leidet, Hinweise auf mögliche Zusammenhänge mit oralen Erkrankungen zu geben. Zum Beispiel gibt es in der Literatur Hinweise, dass sich durch eine erfolgreich behandelte Parodontitis der HbA1c-Wert von Diabetikern leichter einstellen lässt [8]. Zum anderen soll das DSS so konzipiert sein, dass es dem Zahnarzt unterstützende Informationen aus Leitlinien bezüglich chronisch-systemischer Erkrankungen gibt, die für die Behandlung eines Patienten relevant sind, der an einer oralen Erkrankung leidet. Zum Beispiel ändern sich die Möglichkeiten der Medikation während der Behandlung einer Parodontitis, wenn der Patient unter Diabetes leidet. Das DSS wird im Sinne einer patientenzentrierten Versorgung relevante Informationen aus den PRMs in die Entscheidungsunterstützung einbeziehen. Hierzu wird der Prototyp des DSS ebenfalls als mobile Applikation implementiert, um eine einfache Integration der erhobenen PRMs zu ermöglichen. Der Prototyp des DSS soll durch Anwendungssimulationen in einer Fokusgruppe evaluiert werden.

Schlussfolgerung

Die Entwicklung eines DSS bietet das Potenzial, die intersektorale Zusammenarbeit zwischen Allgemein- und Zahnmedizin und damit die Patientenversorgung zu verbessern. Im Dent@Prevent-Projekt wird die gemeinsame Entscheidungsfindung von Arzt und Patient gefördert und ein stärkerer Fokus auf die Lebensqualität und Präferenzen des Patienten gelegt. Ziel



des Dent@Prevent-Projektes ist es somit, ein generisches Modell für ein DSS zu entwickeln, das auf andere Versorgungsbereiche übertragbar ist. Dies soll unter anderem dadurch erreicht werden, dass die Softwarekomponenten des Projektes als Open-Source-Lösungen verfügbar gemacht werden. In Zukunft wird zu untersuchen sein, ob es gelingt, mit dem Einsatz eines interdisziplinären DSS die Wirtschaftlichkeit der Versorgung zu verbessern und Unter-, Über- und Fehlversorgung zu reduzieren. Eine nachhaltige Nutzung in der Regelversorgung würde eine Integration in bestehende Praxisinformationssysteme voraussetzen.

Danksagung

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VVF16052 gefördert.

Die Autoren danken allen, die bei der Beantragung und Durchführung des Dent@Prevent-Projektes beteiligt waren und sind: Andreas Bartols, Joachim Bentz, Joachim Fessler, Martin Hellmich, Olivier Kalmus, Bernt-Peter Robra, Christina Samel, Tanja Schamma, Hans-Jörg Staehle, Marieke van der Zande, Jochen Walker, Winfried Walther. ■

Quellen

- [1] Liljestränd JM, Havulinna AS, Paju S, Mannisto S, et al. Missing teeth predict incident cardiovascular events, diabetes, and death. *J Dent Res* 2015;94:1055–62.
- [2] Haux C, Schubert I, Ganzinger M, Knaup P, Listl S: Implementierung von Routinedaten und PROMs in die evidenz-informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung. German Medical Science GMS Publishing House; 2017; DOCAbstr. 283 (20170829) Internetadresse (aufgerufen am 25.10.17): www.egms.de/en/meetings/gmds2017/17gmds167.shtml
- [3] Petersen PE. The world oral health report 2003: Continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO global oral health programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003;31:3–23.
- [4] Beck JD, Offenbacher S, Williams R, Gibbs P, Garcia R. Periodontitis: A risk factor for coronary heart disease? *Ann Periodontol* 1998;3:127–41.
- [5] Sfyroeras GS, Roussas N, Saleptsis VG, Argyriou C, Giannoukas AD. Association between periodontal disease and stroke. *J Vasc Surg* 2012;55:1178–84.
- [6] The EuroQol Group. EuroQol – a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 1990;16:199–208.
- [7] Andersohn F, Walker J. Characteristics and external validity of the German health risk institute (HRI) database. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2016;25:106–9.
- [8] Botero JE, Rodríguez C, Agudelo-Suarez AA. Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: An umbrella review. *Aust Dent J* 2016;61:134–48.

Abb. 1: Vorgehen im Dent@Prevent-Projekt: Das Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) wird Informationen aus den Routinedatenanalysen, den Patient-Reported Measures (PRMs) sowie den in der Literatur gefundenen Leitlinien integrieren und Haus- und Zahnärzten diese zur Verfügung stellen.

62. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V. (GMDS)

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
17.09. - 21.09.2017, Oldenburg

Meeting Abstract

Towards an evidence-informed and patient centered decision support system for intersectoral care

- **Christian Haux** - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- **Stefan Listl** - Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- **Matthias Ganzinger** - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
- **Ingrid Schubert** - PMV Forschungsgruppe, Köln, Deutschland
- **Petra Knaup** - Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 62. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Oldenburg, 17.-21.09.2017. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. DocAbstr. 233

doi: 10.3205/17gmds115 , urn:nbn:de:0183-17gmds1151

Veröffentlicht: 29. August 2017

© 2017 Haux et al.

Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> .

Text

Background: The evidence on interrelationships between oral and general health has increased during the last years [1]. Ryden et al. [2] showed that the risk of a first myocardial infarction was increased in patients with periodontitis. It is also debated, that the treatment of periodontal diseases may have positive effects on some chronic systemic conditions [3]. Nevertheless, the intersectoral collaboration between general practitioners (GPs) and dentists is still limited. Increased intersectoral care might improve the quality in general and oral health care.

Aim of the study: The Dent@Prevent project aims to improve intersectoral care by developing an electronic decision support system (DSS). It will draw dentists' and GP's attention on the interrelationship between oral and chronic diseases and provide relevant knowledge from guidelines for treatment of such patients. Furthermore, patient reported outcome measures (PROMs), to get information about the health status and treatment preferences of the patients will be defined and collecting such information with a mobile application will be evaluated.

Proposed methods: Claims data from spectrumK GmbH that contain about seven million policyholders from 80 company health insurance funds in Germany from 2010 to 2015 have been acquired so far. [4]. Data from both dentists and GPs contain diagnoses as well as performed dental, inpatient, and outpatient services and patient master data [5], [6].

A systematic literature review has been performed to capture the current state of knowledge regarding the association of periodontitis with chronic systemic diseases, especially type 2 diabetes [7], coronary heart

diseases [8] and stroke [9]. Within the project, methods for the identification of causal links between these diseases will be developed. Furthermore, the literature review aims to find guidelines for the treatment of respective patients and to determine potential relevant PROMs, which will be later refined in an expert survey, using the Delphi technique [10]. The final PROMs will be implemented in a mobile application a will be tested with patients in several practices.

For the DSS, an ontology will be developed. Decision rules to draw conclusions on a possible relation between periodontics and the chronic disease of an individual patient will be defined by several focus group sessions with dentists, GPs, patients and computer scientists [11], [12], [13]. The DSS will be implemented as a rule-based system and will finally be evaluated by simulating case vignettes and using System Usability Scale technique [14].

Points for discussion: The development of a DSS could facilitate the collaboration between dentists and GPs and has the potential to improve intersectoral care. However, an appropriate way to establish such a system in medical and dental practices must be found to increase the acceptance and to avoid additional workload for dentists and GPs. Integrating the DSS in the information system of the practices may be an option and would offer the potential to access additional information, which can be used to improve the quality of care further. However, prerequisites have to be carefully analyzed and processes regarding data transfer and privacy have to be elaborated.

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Autoren geben an, dass kein Ethikvotum erforderlich ist.

References

1. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31(s1):3–23.
2. Ryden L, et al. Periodontitis Increases the Risk of a First Myocardial Infarction: A Report From the PAROKRANK Study. *Circulation.* 2016;133(6):576–583.
3. Jeffcoat MK, et al. Impact of periodontal therapy on general health: evidence from insurance data for five systemic conditions. *Am J Prev Med.* 2014;47(2):166–174.
4. Andersohn F, et al. Characteristics and external validity of the German Health Risk Institute (HRI) Database. *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2016;25(1):106–109.
5. Swart E, Gothe H, Ihle P, Matusiewicz D. Routinedaten im Gesundheitswesen. *Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven.* Bern: Verlag Hans Huber; 2014.
6. Schneeweiss S, et al. A review of uses of health care utilization databases for epidemiologic research on therapeutics. *J Clin Epidemiol.* 2005;58(4):323–337.
7. Preshaw PM, et al. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia.* 2012;55(1):21–31.
8. Beck JD, et al. Periodontitis: A Risk Factor for Coronary Heart Disease? *Ann Periodontol.* 1998;3(1):127–141.
9. Sfyroeras GS, et al. Association between periodontal disease and stroke. *J Vasc Surg.* 2012;55(4):1178–1184.
10. Dalkey NC. Delphi. Santa Monica, CA. RAND Corporation; 1967. P-3704.
11. Kitzinger J. Qualitative research. Introducing focus groups. *BMJ.* 1995;311(7000):299.
12. Morgan DL. Focus groups. *Annu Rev Sociol.* 1996:129–152.
13. Krueger RA, Casey MA. *Focus groups: A practical guide for applied research.* Singapore: Sage publications; 2015.
14. Brooke J. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry.* 1996;189(194):4–7.

16. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung

Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung e. V.

4. - 6. Oktober 2017, Berlin

Meeting Abstract

Implementierung von Routinedaten und PROMs in die evidenz-informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung

- **Christian Haux** - Universitätsklinikum Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Heidelberg, Germany
- **Ingrid Schubert** - Universität zu Köln, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Köln, Germany
- **Matthias Ganzinger** - Universitätsklinikum Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Heidelberg, Germany
- **Petra Knaup** - Universitätsklinikum Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Heidelberg, Germany
- **Stefan Listl** - Universitätsklinikum Heidelberg, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, Heidelberg, Germany

16. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Berlin, 04.-06.10.2017. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. DocP225

doi: 10.3205/17dkvf215 , urn:nbn:de:0183-17dkvf2154

Published: September 26, 2017

© 2017 Haux et al.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Text

Hintergrund: Der gemeinsamen Betrachtung des allgemeinen Gesundheitszustandes in Verbindung mit der Mundgesundheit wird in Deutschland bislang nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Es gibt jedoch Hinweise auf die Assoziation zwischen Zahnerkrankungen, zum Beispiel Parodontitis, mit chronischen Erkrankungen, zum Beispiel Diabetes [1], denen unter den Aspekten von Prävention und Früherkennung weiter nachgegangen werden sollte. Auch die Intensivierung der intersektoralen Zusammenarbeit von Allgemein- und Zahnmedizin bietet Potential zur Verbesserung der Versorgungsqualität. Das Projekt Dent@Prevent möchte hierfür die Evidenzbasis stärken und mit der Entwicklung neuer Methoden und Informationssysteme einen Beitrag leisten.

Fragestellung: Dent@Prevent wird folgende Fragestellungen bearbeiten:

1. Lassen sich durch Literaturrecherchen und durch Analyse auf der Basis von Krankenkassendaten statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen verifizieren?
2. Lassen sich Informationen darüber, wie Patienten mit chronischen Erkrankungen ihren Zahn- und allgemeinen Gesundheitszustand bewerten (Patient Reported Outcome Measures – PROMs), mittels einer mobilen Applikation erheben?
- 3.

Kann die Entscheidungsfindung in der interdisziplinären Versorgung durch die Realisierung eines elektronischen Entscheidungsunterstützungssystems (Decision support system – DSS) unterstützt werden, welches Informationen aus Routinedatenanalysen, PROMs sowie wissenschaftlicher Evidenz integriert?

Methode: Das Forschungsvorhaben wird durch ein multidisziplinäres Team unter Einbindung von Patienten durchgeführt. Zu Beginn wird mittels systematischer Literaturrecherchen der Wissensstand hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen erfasst und Leitlinien mit Empfehlungen zur intersektoralen Behandlung sowie mögliche PROMs für Patienten mit diesen Krankheiten identifiziert. Der Fokus wird auf der Identifikation von Kausalzusammenhängen zu Interaktionen zwischen Parodontitis und Diabetes Mellitus Typ 2 [2], koronaren Herzkrankheiten [3] sowie Schlaganfall [4] liegen. Die Zusammenhänge werden anschließend mittels der Analyse von GKV-Routinedaten untersucht. Die PROMs aus der Literaturrecherche werden im nächsten Schritt in einem Delphi-Prozess von Expertengruppen präzisiert und anschließend in einer Pilotversion einer mobilen Applikation implementiert. Die Applikation wird zur Optimierung in mehreren Arzt- und Zahnarztpraxen getestet. Anschließend erfolgt die Konzeption und Entwicklung eines regelbasierten DSS, welches die Ergebnisse aus den Routinedatenanalysen, der Literatur und den PROMs integriert.

Ergebnisse: Das Vorhaben beginnt im Mai 2017. Geplant ist, dass das DSS die Informationen aus den Routinedatenanalysen, den PROMs, der Literatur und Leitlinien sowie von Empfehlungen aus den Fokusgruppen integriert. Im Ergebnis soll ein Modell zur Wissensrepräsentation vorliegen, das Rückschlüsse auf einen möglichen Zusammenhang zwischen oralen und chronisch-systemischen Erkrankungen eines individuellen Patienten erlaubt. Es dient zudem zur Aufbereitung von relevantem Wissen aus Leitlinien, das für Allgemein- und Zahnmediziner die Behandlung des Patienten relevant ist.

Diskussion: Die Entwicklung eines DSS bietet das Potential die intersektorale Zusammenarbeit zwischen Allgemein- und Zahnmedizin und damit die Patientenversorgung zu verbessern. Um die Systeme zukünftig bestmöglich in die Regelversorgung zu integrieren, ist noch die genaue Implementierung der Bestandteile und die mögliche Integration in bestehende Praxisinformationssysteme zu untersuchen.

Praktische Implikationen: Neben einem vertieften Verständnis des Zusammenhangs zahnmedizinischer und chronischer Erkrankungen liegt das projektspezifische Verwertungspotential insbesondere in der Entwicklung und Testung neuer Methoden und Informationssysteme zur Förderung der patientenzentrierten, evidenzinformierten und intersektoralen Versorgung. Die Ergebnisse von Dent@Prevent sind daher von allgemeiner Relevanz. Nicht zuletzt sind die Software-Komponenten des Projekts als Open-Source-Lösungen adaptierbar für andere Versorgungsbereiche.

Literatur

1. Liljestrand JM, et al. Missing Teeth Predict Incident Cardiovascular Events, Diabetes, and Death. *J Dent Res.* 2015;94(8): 1055-62.
2. Preshaw PM, et al. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia.* 2012;55(1):21-31.
3. Beck JD, et al. Periodontitis: a risk factor for coronary heart disease? *Ann Periodontol.* 1998;3(1):127-41.
4. Sfyroeras GS, et al. Association between periodontal disease and stroke. *J Vasc Surg.* 2012;55(4): 1178-84.



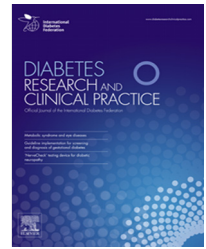
Contents available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Diabetes Research
and Clinical Practice

journal homepage: www.elsevier.com/locate/diabres



International
Diabetes
Federation



The impact of periodontal treatment on healthcare costs in newly diagnosed diabetes patients: Evidence from a German claims database



Katja Blaschke^{a,*}, Martin Hellmich^b, Christina Samel^c, Stefan Listl^{d,e}, Ingrid Schubert^f

^a PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany

^b Institute of Medical Statistics and Computational Biology (IMSB), Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany

^c Institute of Medical Statistics and Computational Biology (IMSB), Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany

^d Department of Dentistry - Quality and Safety of Oral Healthcare, Radboud University - Radboudumc (RIHS), Nijmegen, the Netherlands

^e Medical Faculty, Department of Conservative Dentistry, Section for Translational Health Economics, Heidelberg University, Heidelberg, Germany

^f PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 December 2020

Received in revised form

16 December 2020

Accepted 20 December 2020

Available online 24 December 2020

Keywords:

Claims data

Diabetes mellitus

Doubly robust estimation

Healthcare costs

Health service research

Periodontal treatment

ABSTRACT

Aims: There is sufficient scientific evidence for the bidirectional association between periodontal diseases and diabetes. In this context, we hypothesized that periodontal treatment leads to lower healthcare costs in newly diagnosed diabetes patients by promoting a milder disease course.

Methods: A total of 23,771 persons were investigated who were continuously insured by German health insurances between 2011 and 2016, 18 years or older, and newly diagnosed with diabetes in 2013. The study population was divided into a periodontal treatment and control group (no periodontal treatment). The average treatment effect of a periodontal treatment on various types of healthcare costs (inpatient, outpatient, drug costs) was analyzed by a doubly robust method.

Results: Finally, 5.3% of the study population could be assigned to the treatment group. In newly diagnosed diabetes patients with periodontal treatment, a reduction in total healthcare costs (0.96, 95%CI 0.89; 1.04), inpatient costs (0.87, 95%CI 0.69; 1.08), diabetes-related drug costs (0.93, 95%CI 0.84; 1.03) and other drug costs (0.97, 95%CI 0.89; 1.05) could be shown compared to the control group.

Conclusions: This study provides evidence that periodontal treatment for diabetes patients reduces healthcare costs. Fewer diabetes-specific complications and hospitalizations are expected.

© 2021 Elsevier B.V. All rights reserved.

* Corresponding author at: Katja Blaschke, PMV research group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Herderstraße 52, 50931 Cologne, Germany.

E-mail addresses: katja.blaschke@uk-koeln.de (K. Blaschke), martin.hellmich@uni-koeln.de (M. Hellmich), christina.samel@uni-koeln.de (C. Samel), Stefan.Listl@radboudumc.nl, Stefan.listl@med.uni-heidelberg.de (S. Listl), ingrid.schubert@uk-koeln.de (I. Schubert). <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108641>

0168-8227/© 2021 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The global-, regional-, and country-level prevalence of diabetes mellitus (DM) have been increasing for many years [1,2]. In 2015, 9.8% of the German population suffered from DM [3] and this is set to increase by 77% until 2040. The expectation is that this will further exacerbate healthcare costs [4,5]. While the age-standardized prevalence of periodontal disease is declining in high-income countries [6], it is predicted to increase in the future due to the age-related nature of the disease and demographic change [7]. In 2015, half of the 35 to 44 year olds in Germany suffered from moderate to severe periodontal disease, and among the 65 to 74 year olds the proportion was 65 percent [7].

There is a high extent of empirical evidence indicating a bidirectional association of periodontal diseases and DM, especially DM type 2 [8,9]. A lower risk of a new onset of DM through oral hygiene, such as tooth brushing, has also been shown [10]. DM increases the inflammatory process of the periodontium, which causes periodontal diseases. Conversely, in periodontal diseases, periodontal bacteria and derived products enter the circulation, stimulate the systemic inflammatory reaction and lead to an impaired insulin signaling, which ends in higher blood glucose levels and exacerbation of DM [11]. In this context, periodontal treatment can have a positive effect on blood sugar levels in DM patients [9,11–13].

The impact of long-term periodontal treatment on the mechanisms of DM complications, like cardio-vascular diseases or nephropathy, has not yet been validated by studies, but a reduction in DM complications and a subsequent reduction in healthcare costs can be assumed [9]. However, studies that examine the impact of periodontal treatment on healthcare costs in DM patients are sparse so far. In the systematic review from Elani et al. [14] published in 2018 only three studies on this topic could be included. All studies were conducted in the USA. The result of the review is contradictory. The included study of Albert et al. [15] showed an increase in total healthcare costs, whereas the other two studies, Jeffcoat et al. [16] and Nasseh et al. [17], identified a reduction of healthcare costs in patients with DM and periodontal treatment. However, the quality of the studies varies and two studies can be assigned a high potential for bias [14]. More recently, a study from the Netherlands indicated a positive effect of periodontal treatment on diabetes-related healthcare costs [18].

Given the limited number of studies, the impact of periodontal treatment on healthcare costs in DM patients and their workings in various countries and settings remains largely unknown. Therefore, the purpose of this study was to investigate the association between periodontal treatment and different kinds of healthcare costs in German patients newly diagnosed with DM. We hypothesized that periodontal treatment leads to a reduction of healthcare costs in patients with newly diagnosed diabetes.

2. Subjects, material and methods

We conducted a quasi-experimental cohort study. This study is based on the InGef (Institute for Applied Health Research Berlin) research database, which includes longitudinal claims data of approximately six million Germans from approximately 70 statutory health insurances, mainly company health insurances [19]. Data were available for the years 2011 to 2016 and included master data (e.g., sex, date of birth, and federal state), quarterly coded ambulatory diagnoses with ICD codes (10th revision) and services, reimbursed drugs dispensed by pharmacies, dental procedures, remedies and medical aids, inpatient data with date of admission and discharge, ICD-10 coded discharge and secondary hospital diagnoses and procedures, as well as healthcare costs of each sector [19]. The data check revealed negative or missing costs in the inpatient sector. A cost imputation was performed. For each case and hospital day, the average costs per Diagnosis Related Group (DRG) or, if no DRG code was available, the average costs per treatment type were calculated on a year-specific basis and extrapolated to the respective length of stay. The design of the study is presented in Fig. 1.

2.1. Study population

The study population includes all insurees, who were continuously insured between 2011 and 2016, who were 18 years or older and who were newly diagnosed with DM (ICD-10: E10–E14) in 2013. The quarter of the initial diagnose in 2013 was set as index quarter. DM diagnoses were internally validated [20]. Patients with DM were defined as (i) having at least one hospital discharge diagnosis or (ii) having one secondary hospital or outpatient diagnosis (modification 'G' [assured]) in 2013 in combination with an outpatient diagnosis (modification 'G', 'Z' [condition after]) in one of the three following quarters or (iii) having one outpatient diagnosis (modification 'G') in 2013 in combination with one secondary diagnosis in one of the three following quarters. Patients with diabetes-related outpatient diagnosis (modification 'G', 'Z'), secondary or hospital discharge diagnosis, as well as diabetes-related drug prescriptions (Anatomical Therapeutic Chemical [ATC] Classification code A10) two years before the index quarter were excluded in order to restrict the study population to incident DM patients (Fig. 1).

2.2. Treatment and control group

We divided the study population into a treatment and control group. Incident DM patients with at least one periodontal treatment in the index quarter or the following two years were assigned to the treatment group. To detect periodontal treatment procedures, following treatment fee codes according to the German uniform assessment standard for dental services (BEMA) were used: P200–P203, 108, and 111 [21].

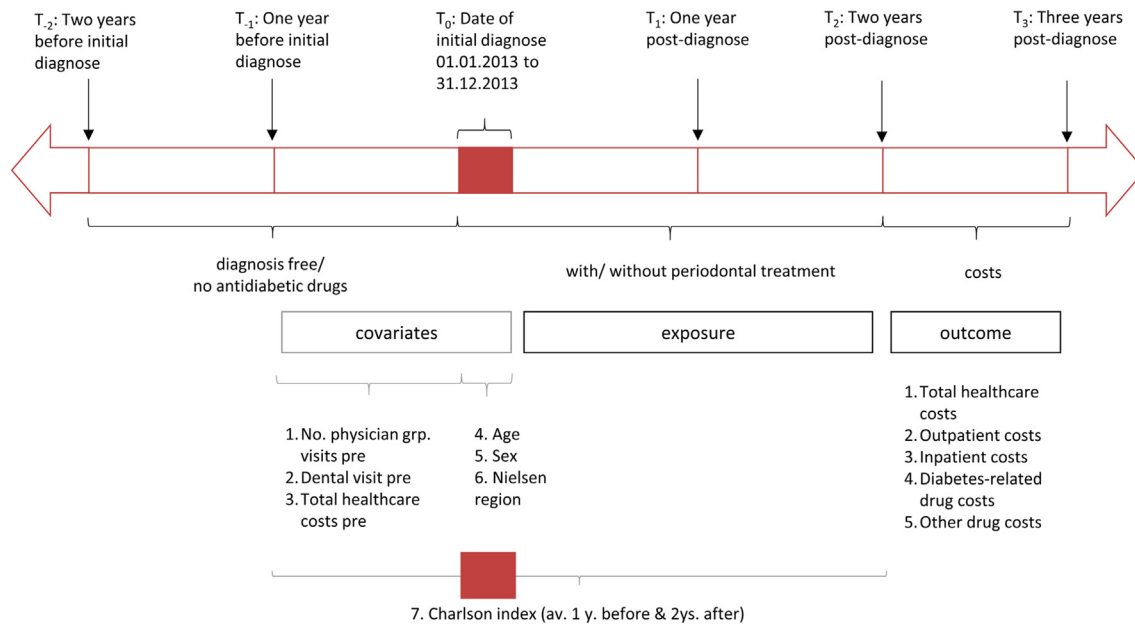


Fig. 1 – Study timeline and variable definition.

Patients with incident DM and no periodontal therapy in the index quarter or the following two years were classified as control group.

2.3. Outcomes

We investigated the impact of periodontal treatment on different kinds of healthcare costs in the third year after the index quarter (Fig. 1). Total healthcare costs (sum of total inpatient costs, outpatient costs, and drug costs), inpatient costs, outpatient costs (without dental procedures), and prescription drug costs were included into analyses. Prescription drug costs were further differentiated into diabetes-related (ATC code: A10) and other drug costs.

2.4. Confounders

As potential confounders of the association between periodontal treatment and healthcare costs the following covariates were taken into account (Fig. 1): Age at the time of the initial DM diagnosis, sex, area of residence at the time of the initial DM diagnosis, comorbidities, prior outpatient and dental utilization, and total healthcare costs one year before (pre) the initial DM diagnosis (sum of total inpatient costs, outpatient costs, drug costs, costs of remedies and medical aids).

In the claims data the area of residence is described on the level of the federal states of Germany. Because of extremely small numbers of persons in certain federal states, summarized larger regions as defined by Nielsen were used for analyses [22,23]. Existing comorbidities were measured by the Charlson comorbidity index (CCI). The algorithm of Quan et al. [24] was adopted and internally validated inpatient and outpatient diagnoses (modification 'G', 'Z') were used. The target disease DM was not included into the CCI. To consider the existing comorbidities before the initial DM diagno-

sis as well as during exposure, the CCI was calculated for a 12-month period before and for the period two years after the index quarter. Finally, an average CCI for each person was available. Prior outpatient utilization was defined as the number of visits by different physician groups one year before the index quarter. Prior dental utilization was determined as dichotomous variable having at least one dental visit one year before the index quarter (dental visit pre).

2.5. Statistics

The average treatment effect (ATE) of a periodontal treatment on healthcare costs was calculated. A counterfactual approach was used. We assume that each individual included in our study has two potential outcomes (Y_0 , Y_1) [25]. Y_0 is defined as outcome the subject would have if s/he received no periodontal treatment. Y_1 is defined as outcome the subject would have if s/he received periodontal treatment. In observational studies only one possible outcome can be observed for an individual A. For that reason an individual B with comparable characteristics to individual A was searched in the study population and used as surrogate for the potential outcome of individual A. We assume that individual A and B are exchangeable [26].

A doubly robust (DR) method was selected to align the treatment and control group in their characteristics. The doubly robust method combines outcome regression and inverse probability weighting (IPW) methods. The doubly robust estimator was implemented following the framework of Emsley et al. [26]. In a first step the inverse probability weights were calculated by fitting a logistic regression model for periodontal treatment conditional on the given confounders and determining the propensity score. The balance of the covariates between the treatment and control group after weighting the sample was examined using standardized differences [27]. According to the literature, the threshold at which a

relatively good balance of covariates can be assumed ranges from 0.1 to 0.25 [17,27]. In this paper the lowest value of 0.1 was used as a basis.

By fitting a weighted Poisson regression for both, the intervention and the control group, adjusted for the covariates, the predicted values for the entire data set on the respective basis (exposed or unexposed) were determined. The ATE is the average of the differences of the individual predicted values under treatment and not under treatment. The related 95% confidence intervals were determined by bootstrapping. Based on the data, 999 to 1000 bootstrap samples were obtained. Because of the right-skewed distribution of the costs, all costs were log transformed for statistic modelling ($\log(\text{cost} + 1)$). For better interpretation the final results of the ATE were retransformed by exponential function and are presented as ratio (of geometric means).

In addition, a simple linear regression model, an IPW-weighted Poisson regression model, as well as an adjusted Poisson regression were calculated for the comparability of the results. The corresponding 95% confidence intervals were also calculated. All analyses were conducted using SQL and SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

3. Results

23,771 insured persons with incident DM in 2013 could be included in the study. The study population comprises more men than women, has a mean age of 61 years, and a mean Charlson score of 1.2 (Table 1). One third of the population live in the federal state of North Rhine-Westphalia. In contrast, only 9% live in eastern Germany. One year before the initial diagnosis in 2013, two thirds of the insurees had been to the dentist at least once. On average, four different types of medical providers were visited and the total healthcare costs aver-

aged €2,245. Of the study population 5.3% ($n = 1,267$) received periodontal treatment two years after the initial diagnosis in 2013 and could be assigned to the treatment group. In both, the treatment and control group, there was a larger proportion of men than women (Table 1). On average, the treatment group was with 58 years slightly younger than the control group (61 years).

With regard to the covariates, the greatest differences between treatment and control group was found in the pre-dental visits and the pre-total healthcare costs (Table 1). While 81.4% of the people in the treatment group visited a dentist at least once a year before being newly diagnosed with DM, this was only the case for 67.9% of the controls. The averaged pre-total healthcare costs were higher in the control group than the intervention group. In addition, the Charlson comorbidity score was also slightly higher in the control group. After reweighting the data with inverse probability weights, the standardized differences indicated a good balance of the covariates between treatment and control group (Table 2).

Looking at the different kinds of healthcare costs in the third year after the index quarter, the control group showed higher averaged costs in most cases (see supplement Table 1). The greatest differences in mean were found by inpatient costs and total healthcare costs. In contrast, the total healthcare median costs were higher in the intervention group. All costs were right-skewed distributed. Considering the geometric mean, the control group shows also higher costs with the exception of outpatient costs.

The final results of the average treatment effect (DR model) showed that people newly diagnosed with DM who have undergone a periodontal treatment after the initial DM diagnosis have total healthcare costs which are four percent lower on average compared with those who have no periodontal treatment (ATE = 0.96, 95%CI 0.89; 1.04). A reduction

Table 1 – Baseline characteristics of newly diagnosed insurees with or without periodontal treatment afterwards.

	Total	With periodontal treatment	Without periodontal treatment
N	23,771	1,267	22,504
Sex, %			
male	55.2	56.7	55.1
female	44.8	43.3	44.9
Age, mean ± SD	61 ± 13.2	58 ± 11.1	61 ± 13.3
Nielsen region, %			
Bavaria	14.7	14.6	14.7
Baden-Württemberg	12.5	11.8	12.6
Center	17.8	16.9	17.9
North (West)	11.8	11.8	11.8
Northrhine-Westphalia	33.9	36.4	33.7
East (North)	6.1	5.9	6.1
East (South)	3.0	2.5	3.1
Missings	0.1	0.1	0.2
Dental visit pre, %			
yes	68.6	81.4	67.9
no	31.4	18.6	32.1
Charlson comorbidity score, mean ± SD	1.2 ± 1.6	1.0 ± 1.4	1.2 ± 1.6
No. physician group visits pre, mean ± SD	4 ± 3	4 ± 3	4 ± 3
Total healthcare costs pre, mean ± SD	2,245 ± 6,127	1,972.5 ± 4,690	2,260.7 ± 6,198

SD: Standard deviation. Total healthcare costs: sum of inpatient costs, outpatient costs, drug costs, costs of remedies and medical aids. Pre: one year before the index quarter

Table 2 – Distribution of covariables after log transformation of costs and reweighting the data incl. standardized differences.

	With periodontal treatment	Without periodontal treatment	Standardized difference
Sex, %			0.0178
male	54.3	55.2	
female	45.7	44.8	
Age, mean \pm SD	60 \pm 47	61 \pm 14	-0.0402
Nielsen region, %			0.0266
Bavaria	14.9	14.7	
Baden-Württemberg	12.7	12.5	
Center	17.7	17.8	
North (West)	12.4	11.8	
Northrhine-Westphalia	33	33.9	
East (North)	6.4	6.1	
East (South)	3	3	
Dental visit pre, %			0.033
yes	70.1	68.6	
no	29.9	31.4	
Charlson comorbidity score, mean \pm SD	1.2 \pm 6.4	1.2 \pm 1.6	-0.0175
No. physician group visits pre, mean \pm SD	5.0 \pm 13.0	5.0 \pm 3.0	0.0006
Total healthcare costs pre (log), mean \pm SD	6.4 \pm 8.1	6.5 \pm 2.0	-0.006

SD: Standard deviation. Pre: one year before the index quarter.

could also be seen in terms of inpatient costs (-13%; 95%CI 0.69; 1.08), in diabetes-related drug costs (-7%; 95%CI 0.84; 1.03) as well as in other drug costs (-3%; 95%CI 0.89; 1.05) in patients newly diagnosed with DM and who have undergone a periodontal treatment in the following (Fig. 2). In contrast, there was a very slight increase in outpatient costs (ATE = 1.02, 95%CI 0.97; 1.08). The comparison of the different model calculations indicates robust results (see supplement Table 2). All analyses failed to reach the level of conventional statistical significance (5%).

4. Discussion

This study provides unique and novel evidence for potential treatment cost savings due to periodontal treatment in DM patients. Our findings suggest a treatment cost reduction in the size of four percent yet this effect was not statistically significant. However, given the relatively small number of study participants who were exposed to periodontal treatment, some caution should be exercised when interpreting our results. The observation that periodontal treatment leads to a reduction of costs in DM patients is in line with three previous studies [16–18]. In contrast to our study the other three studies indeed indicate statistically significant cost reductions in DM patients [16–18].

All studies have in common that claims data were used and that the dental disease status was not documented in the claims data. Compared to our results, Jeffcoat et al. [16] were able to demonstrate an annual reduction in medical costs (inpatient & outpatient costs) of 40.2%. The varying results can be explained by methodological differences. In the study by Jeffcoat et al. [16] no drug costs were taken into

account and only persons with at least one periodontal treatment visit were included with the aim of assuming a confirmed periodontal disease. Thus, a distinction was made between the medical costs of complete periodontal treated (at least four periodontal dental visits within one year) and incomplete periodontal treated patients. At least four periodontal treatments within one year indicate a moderate to severe periodontal disease [16]. In our study the number of periodontal treatments was not used as a proxy for disease severity and patients with at least one documented periodontal treatment were compared to patients without documented periodontal treatment.

Based on the data available we do not know whether people with DM and without a documented periodontal treatment suffer from periodontal disease. There is a known bidirectional relationship between periodontal diseases and DM [8]. A recent systematic review [28], including no German study, points out that on average only every second DM patient visits a dentist within one year. This is in line with a German claims data study [29]. While 67% of the DM patients visited a dentist each year, this applied to 74% of the comparison population without DM. In contrast, there were no major differences in the utilization of periodontal treatments, although a higher rate of periodontal disease is expected in DM patients [29,30]. Accordingly we can assume that not all DM patients with periodontal diseases are detected or medically treated. This leads to a bias toward the null and can be responsible for the lower outcome values. Beyond that, in the systematic review by Elani et al. [14] the study by Jeffcoat et al. was attributed a high potential for bias. Jeffcoat et al. only controlled for age and sex, while other confounders were not considered [16]. By using a doubly robust model and, in

addition to age and gender, controlling for further confounders, our study follows the methodological approach of Nasseh et al. [17], to whom Elani et al. attribute a high methodological quality [14]. In the study by Nasseh et al., newly diagnosed DM patients who received periodontal treatment subsequently showed \$1,799 lower total healthcare costs in the third and fourth years after incidence diagnosis than the control group without periodontal treatment. However, due to the log-transformation of all healthcare costs in our study, our results are not directly comparable with the results of Nasseh et al. [17].

In addition, this study assessed the effects of periodontal treatment on the costs of specific healthcare sectors, such as outpatient and inpatient care as well as drugs. To the best of our knowledge, this has hardly been considered in previous studies. For outpatient costs only, a rather negative effect of periodontal treatment could be shown. Results from Nasseh et al. [17] already indicate that periodontal treatment of DM patients does not affect the outpatient sector. The total number of outpatient physician visits did not differ significantly between DM patients with and without periodontal treatment [17]. In contrast, both our study and the study by Nasseh et al. showed a reduction in drug costs in DM patients with periodontal treatment. While our work gives evidence for a reduction of both diabetes-related and other drug costs by periodontal therapy, Smits et al. [18] found an increase in diabetes-related drug costs. Due to the lack of significance of our results and the different methodological approaches, further studies are needed. However, the greatest cost effect of periodontal treatment could be attributed to the inpatient sector in our study. This result supports the assumption that periodontal treatment in DM patients can reduce DM complications that would have ended in hospitalization. Jeffcoat et al. [16] were also able to show that periodontal treatment leads to fewer hospitalizations in the population of DM

patients. Due to the limited number of studies, further investigations are necessary.

Our study has several limitations. First this study is based on data of mainly company health insurances and was restricted to all persons who were continually insured between 2011 and 2016. Due to the study design, people who changed health insurance (younger ones) or died in this time period (mostly elderly) could not be taken into account. Therefore, our results may only be generalized with caution.

Secondly, claims data are collected for billing purpose and do not contain any information about clinical or behavioral factors. Because of the missing clinical factors we have no information about the disease severity of DM. We tried to harmonize the population in regard to disease severity by restricting the eligible population to patients with newly diagnosed DM. Behavioral factors such as health seeking behavior can represent an unobservable confounder. Health-conscious people probably use professional tooth cleaning more often, which may have some potentially preventive effect on periodontitis. Yet the exact effect of professional tooth cleaning on periodontal diseases and on DM remains unclear [10,31]. In Germany, professional tooth cleaning is not covered by statutory health insurance, so that the utilization is not visible in claims data. In this study we tried to consider the health-seeking behavior by using proxies like the utilization of dental visits, the number of utilized physician groups, and the total healthcare costs one year before the initial DM diagnosis.

Third, in this study no distinction was made between DM type 1 and type 2. On the basis of claims data, an exact separation of DM type 2 from other DM types is difficult to make because unspecific diagnoses have been coded or type 1 and type 2 diagnoses exist simultaneously [32]. A current study on adequate criteria for the detection of DM type 2 in German claims data indicate a proportion of DM type 2 cases of more

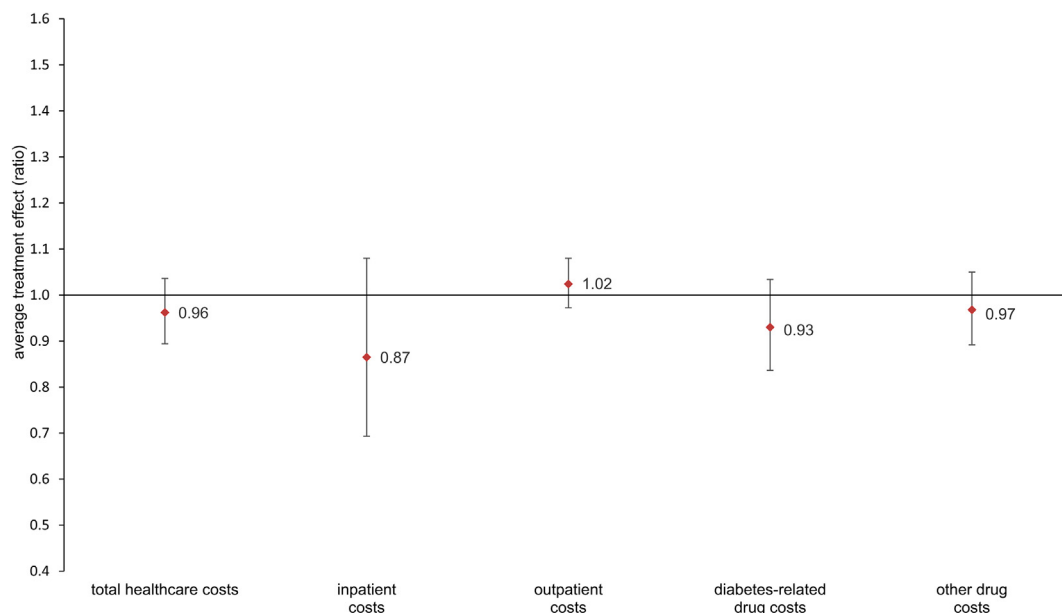


Fig. 2 – Average treatment effect estimates (ratio of geometric means) in a population of patients newly diagnosed with diabetes (DR model). Total healthcare costs: sum of inpatient costs, outpatient costs and drug costs.

than 90 percent based on ICD codes E10-E14 [33]. Accordingly, we also assume a high proportion of DM type 2 cases in our study population.

Finally, we may have failed to demonstrate any statistical significant treatment effect due to “small” sample size – still, our estimates indicate relevant effects.

Nevertheless, the advantages of claims data are in the available longitudinal data, which made the quasi-experimental study design possible. In addition, claims data provide access to information on all insured persons regardless of their state of health, completeness of the data (no drop out or non-responder bias) and the absence of recall bias [34].

We found some, albeit not statistically significant, evidence that periodontal treatment performed in a population of DM patients reduces total healthcare costs. Especially due to the shown reduction of inpatient costs, fewer DM complications after periodontal treatment are expected.

In practice, this means that due to the bidirectional relationship between DM and periodontal disease, early detection of the respective comorbidity is important to get access to the adequate treatment to reduce disease severity. In terms of benefits for individuals with DM type 2 and type 1, recent evidence suggests that treatment of periodontitis improves glycemic control in diabetes patients [35]. So far, the evidence about potential impacts of periodontal therapy on DM type 1 remains less clear [9]. In this context, personalized healthcare of DM patients according to their periodontal status is crucial and is highlighted by the findings of the present study. In addition, to reduce healthcare costs routine periodontal detection and treatment in DM patients is recommended. However, there are strong hints that patients with DM visit a dentist (significantly) less often compared to patients without DM [28,29,36,37], although a high proportion suffer from periodontitis [30,38]. Accordingly, health professionals must do more to clarify existing associations and to communicate with their patients about this. Easily manageable questionnaires can help in general or dental practices to screen for DM (like the FindRisk Questionnaire from the Finish Diabetes Association [9]) or periodontal diseases (like the Periodontitis Risk Score from the German Society of Periodontitis [39]). In addition, Clinical Decision Support (CDS) tools, such as recently developed by the Dent@Prevent consortium [40], can help getting the right care to the right person at the right place and time. This prototypic CDS tool has the potential to help health professionals in the early detection of DM type 2 and/or periodontitis as well as better streamline care processes for patient-centered and integrated DM type 2-periodontitis-management. Medical guidelines for DM provide another relevant source of treatment-relevant knowledge on periodontitis. Some countries already provide good examples. Dutch guidelines for DM type 2 e.g. recommend an oral health examination as part of the annual DM monitoring [41]. A German evidence based guideline concerning “Diabetes and Periodontitis” is expected for the end of the year 2020 [42].

5. Author's contribution

KB contributed to conception and design of the study, data acquisition, statistical programming and analysis, interpretation of the results, creation of tables and figures, and wrote the manuscript, incorporating feedback and comments from all coauthors. IS contributed to conception and design of the study, as well as data acquisition, assisted with interpretation of the results, and critically revised tables, figures and manuscript. SL contributed to the conception and design of the study, assisted with interpretation of the results, and critically revised tables, figures and manuscript. MH and CS assisted with data analysis, interpretation of the results, and critically revised tables, figures and manuscript. All authors gave final approval for the manuscript to be published.

Funding

The project was funded by the Federal Joint Committee (G-BA) - Innovation Fund, grant agreement number: 01VSF16052.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgments

The authors thank InGef – Institute for Applied Health Research Berlin GmbH and SpectrumK GmbH for the possibility to analyze their administrative data and Peter Ihle (PMV research group) for assistance in data management.

Appendix A. Supplementary material

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108641>.

REFERENCES

- [1] NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet* 2016;387(10027):1513–30. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)00618-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)00618-8).
- [2] Heidemann C, Scheidt-Nave C. Prävalenz, Inzidenz und Mortalität von Diabetes mellitus bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring, Vol 2*. Berlin: Robert Koch-Institut; 2017. p. 105–29. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-050>.
- [3] Goffrier B., Schulz M., Bätzing-Feigenbaum J. Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015. *Versorgungsatlas-Bericht No. 17/03*. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi); 2017. doi:10.20364/VA-17.03.

- [4] Tönnies T, Röckl S, Hoyer A, et al. Projected number of people with diagnosed Type 2 diabetes in Germany in 2040. *Diabet Med* 2019;36(10):1217–25. <https://doi.org/10.1111/dme.13902>.
- [5] Bommer C, Sagalova V, Heesemann E, et al. Global Economic Burden of Diabetes in Adults: Projections From 2015 to 2030. *Diabetes Care* 2018;41(5):963–70. <https://doi.org/10.2337/dc17-1962>.
- [6] GBD Oral Disorders Collaborators, Bernabe E, Marcenes W, et al. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *J Dent Res* 2020;99(4):362–73. <https://doi.org/10.1177/0022034520908533>.
- [7] Jordan R.A., Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) - Kurzfassung. in Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Körperschaft des öffentlichen Rechts Bundeszahnärztekammer – Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärztekammern e.V. (BZÄK): 2016. Berlin/Cologne
- [8] Seitz MW, Listl S, Bartols A, et al. Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review. *Prev Chronic Dis* 2019;16:E132. <https://doi.org/10.5888/pcd16.180641>.
- [9] Sanz M, Ceriello A, Buysschaert M, et al. Scientific evidence on the links between periodontal diseases and diabetes: Consensus report and guidelines of the joint workshop on periodontal diseases and diabetes by the International diabetes Federation and the European Federation of Periodontology. *Diabetes Res Clin Pract* 2018;137:231–41. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.12.001>.
- [10] Chang Y, Lee JS, Lee KJ, Woo HG, Song TJ. Improved oral hygiene is associated with decreased risk of new-onset diabetes: a nationwide population-based cohort study. *Diabetologia* 2020;63(5):924–33. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05112-9>.
- [11] Preshaw PM, Bissett SM. Periodontitis and diabetes. *Br Dent J* 2019;227(7):577–84. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0794-5>.
- [12] Botero JE, Rodríguez C, Agudelo-Suarez AA. Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review. *Aust Dent J* 2016;61(2):134–48. <https://doi.org/10.1111/adj.12413>.
- [13] Borgnakke WS. IDF Diabetes Atlas: Diabetes and oral health - A two-way relationship of clinical importance. *Diabetes Res Clin Pract* 2019;157. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107839>.
- [14] Elani HW, Simon L, Ticku S, Bain PA, Barrow J, Riedy CA. Does providing dental services reduce overall health care costs? A systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2018;149(8):696–703.e692. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.03.023>.
- [15] Albert DA, Sadowsky D, Papapanou P, Conicella ML, Ward A. An examination of periodontal treatment and per member per month (PMPM) medical costs in an insured population. *BMC Health Serv Res* 2006;6:103. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-6-103>.
- [16] Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Gladowski PA, Bramson JB, Blum JJ. Impact of periodontal therapy on general health: evidence from insurance data for five systemic conditions. *Am J Prev Med* 2014;47(2):166–74. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.04.001>.
- [17] Nasseh K, Vujicic M, Glick M. The Relationship between Periodontal Interventions and Healthcare Costs and Utilization. Evidence from an Integrated Dental, Medical, and Pharmacy Commercial Claims Database. *Health Econ* 2017;26(4):519–27. <https://doi.org/10.1002/hec.3316>.
- [18] Smits K, Listl S, Plachokova A, Van der Galien O, Kalmus O. Effect of periodontal treatment on diabetes-related healthcare costs: a retrospective study. *BMJ Open Diabetes Research & Care* 2020;8(e001666). <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-001666>.
- [19] Andersohn F, Walker J. Characteristics and external validity of the German Health Risk Institute (HRI) Database. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2016;25(1):106–9. <https://doi.org/10.1002/pds.3895>.
- [20] Schubert I, Ihle P, Köster I. Internal Confirmation of Diagnoses in Routine Statutory Health Insurance Data: Concept with Examples and Case Definitions. *Gesundheitswesen* 2010;72:316–22. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1249688>.
- [21] Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen gemäß § 87 Abs. 2 und 2h SGB V (BEMA): Anlage A zum Bundesmantelvertrag - Zahnärzte (BMV-Z). 2019.
- [22] Robert Koch-Institut (editor). Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin : Robert Koch-Institut; 2014.
- [23] The Nielsen Company. Nielsen micro region. 2017. Available from <http://sites.nielsen.com/microregionen/>. Accessed 30.03.2020.
- [24] Quan H, Sundararajan V, Halfon P, et al. Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data. *Med Care* 2005;43(11):1130–9. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000182534.19832.83>.
- [25] Höfler M. Causal inference based on counterfactuals. *BMC Med Res Methodol* 2005;5:28. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-28>.
- [26] Emsley R, Lunt M, Pickles A, Dunn G. Implementing double-robust estimators of causal effects. *Stata Journal* 2008;8(3):334–53.
- [27] Garrido MM, Kelley AS, Paris J, et al. Methods for constructing and assessing propensity scores. *Health Serv Res* 2014;49(5):1701–20. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12182>.
- [28] Poudel P, Griffiths R, Wong VW, et al. Oral health knowledge, attitudes and care practices of people with diabetes: a systematic review. *BMC Public Health* 2018;18(1):577. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5485-7>.
- [29] Blaschke K, Ihle P, Listl S, Schubert I. Zahnmedizinische Inanspruchnahme und Parodontalbehandlungen bei Patienten mit chronischer Erkrankung. *ZM* 2020;9:938–42.
- [30] Verhulst MJ, Teeuw WJ, Gerdes VE, Loos BG. Self-reported oral health and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus in primary care: a multi-center cross-sectional study. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2019;12:883–99. <https://doi.org/10.2147/dmso.S207087>.
- [31] Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). Gingivitis and periodontitis. 2020. Available from <https://www.informedhealth.org/gingivitis-and-periodontitis.2702.en.html>. Accessed 03.06.2020.
- [32] Tamayo T, Brinks R, Hoyer R, Kuß O, Rathmann W. The Prevalence and Incidence of Diabetes in Germany: An Analysis of Statutory Health Insurance Data on 65 Million Individuals From the Years 2009 and 2010. *Dtsch Arztebl Int* 2016;113:177–82. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0177>.
- [33] Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). Bestimmung der GKV-Zielpopulation für die Indikation Diabetes mellitus Typ 2 mittels GKV-Routinedaten. Cologne 2019
- [34] Schneeweiss S, Avorn J. A review of uses of health care utilization databases for epidemiologic research on therapeutics. *J Clin Epidemiol* 2005;58(4):323–37. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2004.10.012>.
- [35] D’Aiuto F, Gkraniias N, Bhowruth D, et al. Systemic effects of periodontitis treatment in patients with type 2 diabetes: a 12 month, single-centre, investigator-masked, randomised trial. *Lancet Diabet Endocrinol* 2018;6(12):954–65. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(18\)30038-x](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(18)30038-x).
- [36] Zangiabadi S, Costanian C, Tamim H. Dental care use in Ontario: the Canadian community health survey (CCHS).

- BMC Oral Health 2017;17(1):165. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0453-7>.
- [37] Lessem SE. QuickStats: Percentage of Adults Aged >=65 Years Who Saw Selected Types of Health Professionals in the Past 12 Months, by Diagnosed Diabetes Status – National Health Interview Survey, 2015. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2017;66(19):517. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6619a10>.
- [38] Liu Y, Bie R, Iwasaki LR, Nickel JC. Prevalence differentiations of periodontitis by diabetic status among US adults. J Diabetes 2018;10(11):896–8. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12781>.
- [39] Holtfreter B, Dietrich T, Dannewitz B, Völzke H, Kocher T. Der Parodontitis-Risiko-Score - Via Selbsttest zum Screening. ZM 2018;5:80–7.
- [40] Smits K, Kalmus O, Haux C, et al. Towards a decision support system to better integrate primary and dental care. Int J Integr Care 2019;19(4):479. <https://doi.org/10.5334/ijic.s3479>.
- [41] The Dutch College of General Practitioners (NHG). NHG Guidelines: Diabetes mellitus type 2. 2018. Available from <https://richtlijnen.nhg.org/standaarden/diabetes-mellitus-type-2>. Accessed 24.07.2020.
- [42] AWMF. Leitlinien-Detailansicht. Angemeldetes Leitlinienvorhaben. Diabetes und Parodontitis. 2020. Available from <https://www.awmf.org/en/clinical-practice-guidelines/detail/anmeldung/1/1/083-015.html>. Accessed 27.03.2020.

| Pilotprojekt zur Verzahnung von Allgemein- und Zahnmedizin**Denken in Zusammenhängen verbessern**

Dent@Prevent, das als zweites zahnmedizinisches Konzept vom Innovationsfonds gefördert wird, soll Ärzten und Zahnärzten helfen, bei ihren Patienten Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen zu erkennen. Zentrales Instrument ist eine App – wie diese funktioniert, erklärt Projektleiter Prof. Stefan Listl aus Heidelberg.

von pr | 16.03.2017 | Keine Kommentare | Heft 06/2017



Prof. Dr. Dr. Stefan Listl, Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Translationale Gesundheitsökonomie, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, ist Projektleiter von Dent@Prevent. | © Simone de Blouw

Ihr Projekt hat den Zuschlag für eine Förderung aus dem Innovationsfonds erhalten. Warum gerade dieses Thema – und wo liegen die Bedarfe in der Versorgung?

Prof. Dr. Dr. Stefan Listl: Mit Dent@Prevent wollen wir ein innovatives Konzept zur besseren Verzahnung der allgemeinmedizinischen mit der zahnmedizinischen Versorgung entwickeln. Die Grenzen bei der intersektoralen Versorgung sind ja bereits seit vielen Jahren sowohl in der Wissenschaft als auch in der Gesundheitspolitik ein Thema. Auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Komplexität von Informations- und Wissensmengen, der zunehmenden Verfügbarkeit versorgungsrelevanter Daten, ich denke da beispielsweise an Routedaten der Krankversicherer, sowie der zunehmend patientenzentrierten Versorgung stellt sich die Frage: Wie finden wir geeignete Strategien und Methoden zur nachhaltigen Intensivierung der intersektoralen Versorgung? Genau hier setzt unser Projekt an.

Wie sieht das Projekt genau aus und welche Hauptzielrichtung hat es?

Unser Projekt will einen methodischen Beitrag für eine verbesserte Qualität und Ressourcenallokation in der Versorgung von Patienten mit zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen leisten. Hauptziel ist ein Modell für ein EDV-basiertes, interdisziplinäres (zahn-)ärztliches Entscheidungsunterstützungssystem, das auf wissenschaftlicher Evidenz sowie auf Patientenangaben beruht. Es soll im Rahmen des Projekts auf seine Machbarkeit erprobt werden. Wir wollen damit Antworten auf folgende Fragen finden:

- Lassen sich in der Literatur und mittels anonymisierter Routedaten statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen verifizieren und präzisieren?
- Lassen sich durch eine mobile Smartphone-App verlässliche Informationen erheben, wie Patienten mit chronischen Erkrankungen ihren Zahn- und ihren allgemeinen Gesundheitszustand bewerten?
- Ist ein elektronisches Entscheidungsunterstützungssystem zum Einsatz in der Arzt- und Zahnarztpraxis realisierbar, das Informationen aus Routedaten, von Patienten selbst berichtete Informationen sowie aus bester verfügbarer wissenschaftlicher Evidenz integriert?

Wie lassen sich Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und chronischen Erkrankungen darstellen und wie wollen Sie damit die Praxiswirksamkeit gewährleisten?

Der Schwerpunkt unseres Vorhabens liegt auf der Identifikation von Kausalzusammenhängen. Dazu wollen wir anonymisierte Routedaten von



gesetzlichen Krankenkassen auswerten. Da GKV-Routinedaten bislang keine klinischen Diagnosen für zahnmedizinische Erkrankungen enthalten, zielen unsere im Projekt geplanten Routinedatenanalysen vorwiegend darauf ab, Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen Interventionen und chronischen Erkrankungen (Diagnosen aus Routinedaten) zu identifizieren. Beispielsweise interessiert uns der Zusammenhang zwischen der Behandlung parodontaler Erkrankungen und Diabetes.

Dent@Prevent im Überblick

Mit dem Projekt Dent@Prevent wollen die Forscher GKV-Routinedaten und patientenzentrierte Parameter (Patient Reported Outcome Measures, PROMs) in die evidenzinformierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung implementieren, um Qualität und Ressourcenallokation bei der Versorgung von Patienten mit zahnmedizinischen und allgemeinmedizinischen chronischen Erkrankungen zu verbessern.

Inhalte sind

- eine Präzisierung der Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und allgemeinen Erkrankungen,
- die Entwicklung einer Smartphone-App zur Erhebung patientenzentrierter Outcomes und
- die Entwicklung eines Decision Support System (DSS) zum Einsatz in der Praxissoftware mit dem Ziel, den Arzt beziehungsweise Zahnarzt bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Die Ergebnisse unserer Analysen sollen nicht nur zu einer stärkeren Sensibilisierung von Zahnärzten für die Relevanz chronisch-systemischer Erkrankungen führen. Sie sollen umgekehrt auch Humanmediziner für Fragen der Mundgesundheit sensibilisieren.

Die Routinedatenanalysen sollen nicht zuletzt auch als wesentliche Informationsgrundlage für die Entwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems und der Smartphone-App dienen. Dabei wollen wir eng mit den relevanten Endanwender-Gruppen zusammenarbeiten – also: mit Patienten, Ärzten und Zahnärzten.

Welche Arten von Daten soll der Patient mit der Smartphone-App erheben – und wie verlässlich sind diese Informationen für den Zahnarzt?

Die App soll patientenzentrierte Parameter (Patient Reported Outcome Measures, PROMs) erheben, die im Zusammenhang mit chronisch-systemischen und zahnmedizinischen Erkrankungen relevant sind. Zum Beispiel könnten derartige Informationen dem Allgemeinarzt Hinweise auf das mögliche Vorliegen einer Zahnfleischerkrankung liefern und so zu einer entsprechenden Zusammenarbeit mit einem Zahnarzt motivieren. Durch die App sollen Informationen über die Lebensqualität des Patienten sowie dessen Präferenzen abgebildet werden. Das ist neu: Unseres Wissens gibt es bislang noch kein derartiges PROMs-Instrument mit dem Fokus auf Allgemein- und Mundgesundheit.

Unklar ist beispielsweise bisher noch, inwieweit solche subjektiven Informationen für Allgemeinmediziner relevant sein könnten, damit sie frühzeitig die Notwendigkeit für eine Überweisung in eine Zahnarztpraxis erkennen können. Deshalb wollen wir mit dem Projekt Dent@Prevent untersuchen, inwieweit durch eine App überhaupt verlässliche Informationen über den Patienten erhoben werden können.

Sie planen, ein sogenanntes elektronisches Decision Support System (DSS) für die Zahnarztpraxis zu implementieren – können Sie uns das erklären?

Ja, natürlich. Wir planen die nutzergestützte Entwicklung eines elektronischen Entscheidungsunterstützungssystems (DSS) als Pilotversion sowie erste Simulationstests durch Patienten und (Zahn-)Ärzte. Es geht uns dabei nicht um die Entwicklung eines fertigen Medizinprodukts zur unmittelbaren Anwendung in der Zahnarztpraxis. Vielmehr wollen wir einen Prototypen für ein Entscheidungsunterstützungssystem so entwickeln, dass es den Anforderungen im Praxisalltag auch wirklich gerecht werden kann. Sämtliche Entwicklungsschritte erfolgen daher in enger Zusammenarbeit mit den Endanwendern, also Patienten, Ärzten und Zahnärzten.

Wie hilft all das dem Zahnarzt, der Patienten mit Zahn- und Allgemeinerkrankungen im Praxisalltag versorgen will? Können Sie Beispiele



nennen?

Ziel des DSS ist zum einen, dem Hausarzt eines Patienten, der an einer chronisch-systemischen Erkrankung leidet, Hinweise auf mögliche Zusammenhänge mit oralen Erkrankungen zu geben. Zum anderen soll das DSS dem Zahnarzt unterstützende Informationen über chronisch-systemische Erkrankungen liefern, die für die Behandlung eines Patienten relevant sind. Die Identifikation und Präzisierung praxisrelevanter Anwendungsbereiche ist elementarer Bestandteil des Projekts und erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Zahnärzten, Allgemeinärzten, Fachgesellschaften und Patienten. Dazu gehören etwa das rechtzeitige Einleiten (zahn-)medizinischer Überweisungen, Reminder bezüglich Kontrolluntersuchungen und Hinweise auf der Grundlage (zahn-)medizinischer Richtlinien sowie mögliche Kontraindikationen im Rahmen von Eingriffen bei Patienten mit chronisch-systemischen und zahnmedizinischen Erkrankungen.

Wie sieht die wissenschaftliche Begleitung des Projekts aus, mit wem kooperieren Sie und wie hoch ist die Fördersumme?

Die Durchführung des Projekts erfolgt in Zusammenarbeit zwischen dem Universitätsklinikum Heidelberg (Poliklinik für Zahnerhaltungskunde; Institut für Medizinische Biometrie und Informatik), der Universität zu Köln (PMV Forschungsgruppe; Institut für Medizinische Statistik, Informatik und Epidemiologie), der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg (Institut für Sozialmedizin und Gesundheitsökonomie), der InGef – Institut für angewandte Gesundheitsforschung Berlin GmbH, der Akademie für Zahnärztliche Fortbildung Karlsruhe, der Leitliniengruppe Hessen und dem BKK Arztnetz Rhein-Main. Die für das Projekt bewilligte Fördersumme aus dem Innovationsfonds beträgt circa 850.000 Euro.

Wie lassen sich diese Erkenntnisse in den Versorgungsalltag integrieren?

Die Integration von Dent@Prevent in den Versorgungsalltag wird insbesondere unterstützt durch

- eine enge Zusammenarbeit mit den relevanten Endanwender-Gruppen (Zahnärzte, Ärzte, Patienten) bei der Entwicklung der mobilen App und des Entscheidungsunterstützungssystems,
- eine frühzeitige Information relevanter Stakeholder und Einladungen zu den Konsortiumstreffen (unter anderem Patientenorganisationen, Vertreter aus DKG, KBV/KZBV, BÄK/BZÄK, GKV-Spitzenverband, wissenschaftliche Fachgesellschaften, Praxissoftware-Hersteller) und
- die Bereitstellung von im Projekt entwickelten Softwarekomponenten als Open-Source-Lösungen.

Können Sie etwas zur Kosten-Nutzen-Relation des Projekts sagen?

Dent@Prevent zielt auf eine verbesserte Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit mit der Vermeidung von Unter-, Über- und Fehlversorgung ab. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung eines neuen Modells, das die intersektorale Versorgung unter Verwendung moderner Informationstechnologien fördert. Dent@Prevent will ein exemplarisches Konzept etablieren, das auch auf andere Versorgungsbereiche übertragbar sein soll – beispielsweise hinsichtlich der Vernetzung von ambulanter und stationärer Versorgung. Die Investition in dieses Projekt scheint auch aus Sicht des G-BA-Innovationsfonds lohnenswert zu sein.

Innovationsfonds**Das Projekt aus Greifswald** 

Bisher erhalten zwei zahnmedizinische Projekte Gelder aus dem Innovationsfonds. Zusage für eine Förderung bekam neben Dent@prevent als erstes das Greifswalder Konzept „Unterstützende Intensivprophylaxe für Kinder mit zahnärztlicher Sanierung unter Narkose“ von Prof. Christian Splieth. Wie sinnvoll die ergänzende zahnärztliche Prophylaxe für Kinder ist, die eine zahnärztliche Narkosesanierung erhalten, erläutert er in der zm 4 im Interview.







Article

Accuracy of a 7-Item Patient-Reported Stand-Alone Tool for Periodontitis Screening

Caroline Sekundo ^{1,*}, Tobias Bölk ^{1,†} , Olivier Kalmus ¹ and Stefan Listl ^{1,2} 

¹ Translational Health Economics Group (THE Group), Department of Conservative Dentistry, Clinic for Oral, Dental and Maxillofacial Diseases, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany; tobias.boelk@icloud.com (T.B.); Olivier.Kalmus@med.uni-heidelberg.de (O.K.); Stefan.Listl@med.uni-heidelberg.de (S.L.)

² Department of Dentistry—Quality and Safety of Oral Healthcare, Radboud University Medical Center, Radboud Institute for Health Sciences, 6525 Nijmegen, The Netherlands

* Correspondence: caroline.sekundo@med.uni-heidelberg.de; Tel.: +49-6221-56-39889; Fax: +49-6221-56-5074

† These authors contributed equally to this work.

Abstract: Periodontitis is interrelated with various other chronic diseases. Recent evidence suggests that treatment of periodontitis improves glycemic control in diabetes patients and reduces the costs of diabetes treatment. So far, however, screening for periodontitis in non-dental settings has been complicated by a lack of easily applicable and reliable screening tools which can be applied by non-dental professionals. The purpose of this study was to assess the diagnostic accuracy of a short seven-item tool developed by the German Society for Periodontology (DG PARO) to screen for periodontitis by means of patient-reported information. A total of 88 adult patients filled in the patient-reported Periodontitis Risk Score (pPRS; range: 0 points = lowest periodontitis risk; 20 points = very high periodontitis risk) questionnaire before dental check-up at Heidelberg University Hospital. Subsequent clinical assessments according to Periodontal Screening and Recording (PSR[®]) were compared with pPRS scores. The diagnostic accuracy of pPRS at different cutoff values was assessed according to sensitivity, specificity, positive, and negative predictive values, as well as Receiver-Operator-Characteristic curves, Area Under the Curve (AUC), and logistic regression analysis. According to combined specificity and sensitivity (AUC = 0.86; 95%-CI: 0.76–0.95), the diagnostic accuracy of the pPRS for detecting periodontal inflammation (PSR[®] ≥ 3) was highest for a pPRS cutoff distinguishing between pPRS scores < 7 vs. ≥ 7. Patients with pPRS scores ≥ 7 had a 36.09 (95%-CI: 9.82–132.61) times higher chance of having a PSR[®] ≥ 3 than patients with scores < 7. In conclusion, the pPRS may be considered an appropriately accurate stand-alone tool for the screening for periodontitis.

Keywords: periodontitis; diabetes; patient-reported outcomes; diagnosis; risk factors



Citation: Sekundo, C.; Bölk, T.; Kalmus, O.; Listl, S. Accuracy of a 7-Item Patient-Reported Stand-Alone Tool for Periodontitis Screening. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 287. <https://doi.org/10.3390/jcm10020287>

Received: 8 December 2020

Accepted: 12 January 2021

Published: 14 January 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Regular screening for periodontitis is not only important to delay dental impairments, such as tooth loss, but also of particular importance for patients with other chronic diseases that may deteriorate due to the chronic inflammation caused by periodontitis. Periodontitis has been reported to be linked with chronic diseases, particularly diabetes and cardiovascular diseases [1]. Recent evidence suggests that treatment of periodontitis improves glycemic control in diabetes patients and reduces the costs of diabetes treatment [2–5]. Changes and dysregulations of the immune response are thought to be responsible for the interrelationship [6,7]; however, the underlying mechanisms are not fully understood yet. Propositions include the continuous activation of proinflammatory cytokines [8], subsequent dysregulation of the lipid metabolism [9], the induction of oxidative stress [10], or an adaptive immune response directed against periodontal pathogens [11].

Despite many efforts to improve preventive strategies, the global-, regional-, and country-level burden of periodontitis remains high [12–14]. Periodontitis has been de-

scribed as a “silent disease” [15], which implies that patients in early stages (including bleeding, swelling, and tooth mobility) may not seek professional care before experiencing pain associated with more advanced stages of periodontitis. At the same time, however, precisely such patients at increased periodontitis risk tend to visit the dentist less frequently than other patients [16,17].

The challenge of patients at increased risk of periodontitis rarely utilizing dental services substantiates the relevance of methods for periodontitis screening outside dental settings, which can identify characteristics associated with periodontitis, particularly in its early stages. To this end, and considering that non-dental professionals often do not have the means, time, or qualification for clinical periodontal assessments, patient-reported information has been suggested as a potentially suitable alternative [18,19]. However, to be practically usable, respective tools not only need to be accurate in terms of measurement, but they also need to be short and easy to apply. Previously reported approaches for self-reports on periodontitis often involved relatively long questionnaires [20,21], often assessed the criterion validity of periodontal sub-items (non-stand-alone) of thematically broader questionnaires [22], and, above all, have included questions on previous periodontal treatment experiences [20,21,23–27] or previous diagnoses provided to them by a dental professional [21,24–26,28,29] (e.g., “Has a Dentist or Dental Hygienist Ever Told You That You Had Periodontal or Gum Disease?” [28]). These questionnaires therefore fall short of identifying previously undiagnosed periodontal-treatment needs in patients rarely utilizing dental services. Hence, to improve screening for periodontitis outside dental settings, a short, easy, and user-friendly periodontal risk assessment that can be performed by non-dental medical professionals or the patient him-/herself could be of substantial relevance.

Recently, the German Society for Periodontology (DG PARO) introduced a seven-item patient-reported Periodontitis Risk Score (pPRS) based on a retrospective analysis of possible risk factors and Centers for Disease Control/American Academy of Periodontology (CDC/AAP) periodontal disease classifications [30], using epidemiological data from the Study of Health in Pomerania (SHIP-0) [31–34]. This risk score is based on a periodontitis prediction model using self-reported information previously published with a concordance-statistic of 0.84 (95% CI: 0.82; 0.86), discriminating between patients with no or mild periodontitis and those with moderate or severe periodontitis according to CDC/AAP classifications [30]. The pPRS point-scoring system was devised according to the methods described by Sullivan et al. [35]. In comparison with the model by Zhan et al. [34], the concordance-statistic of the logistic regression model using the pPRS was very similar (0.83 (95% CI: 0.83; 0.85)). The authors concluded that the pPRS allowed for a comparable estimate of periodontitis, whilst being easier to record due to the clear scoring system, and that the pPRS was thus a valid instrument. They provided a template to be used by other medical professionals [36], as well as an online and app-based version [37] to be performed by the patient.

The comparison with CDC/AAP case definitions as a widely recognized reference standard is an important first step to evaluate the tool’s ability to detect periodontitis, particularly in population-based surveillance of periodontitis prevalence. In clinical practice, however, a patient undergoing dental examination will not always receive detailed six-point periodontal probing at the initial visit. In the absence of any signs for putative periodontitis, a detailed full-mouth, six-point periodontal examination of all teeth (including clinical attachment loss, radiographic bone loss, and probing depth) in each and every patient would exceed the capacity of many healthcare systems. As a routine measure, the German statutory health insurance only compensates for the use of basic periodontal screening (such as the Periodontal Screening and Recording (PSR[®] Sponsored by Procter & Gamble: Fairfield, OH, USA); see below), focusing on inflammatory signs, which, if present, are followed up by more detailed periodontal examination.

Initially proposed by the World Health Organization, the Community Periodontal Index of Treatment Needs (CPITN) [38], referred to later as the Community Periodontal Index [39], has been a widely used periodontal screening tool. [40] However, it has increas-

ingly been superseded by CDC/AAP periodontal disease classifications [30]. Somewhat later, the Periodontal Screening and Recording (PSR[®]) was introduced by the American Dental Association and the American Academy of Periodontology [41]. With the exception of an asterisk code that can be used to report particularities, such as tooth mobility and furcation involvement, the PSR[®] Index is largely identical with the CPITN [42]. The two indices use a common evaluation method based on the following three clinical indicators: bleeding on probing, calculus accumulation, and probing depth. Depending on the results of PSR[®] screening, the patient is subsequently recommended for oral hygiene measures (in case of gingivitis) or a more detailed periodontal examination and subsequent treatment planning, if necessary. Chairside PSR[®] screening enables the identification of previously unrecognized periodontitis in individuals without signs or symptoms but requires the patient to be present in the dental office.

In order for the pPRS to be applicable in non-dental settings, its accuracy needs to be comparable to chairside dental screening. If sufficiently accurate, the pPRS may serve as a novel, practical, and ready-to-use approach for periodontal screening, to be used by other medical professionals and patients themselves. Therefore, the aim of this study was to clinically assess the pPRS and its diagnostic accuracy in comparison to the PSR[®]. Our research questions were as follows: (i) Is the pPRS diagnostically accurate in comparison to the PSR[®]? (ii) Which pPRS cutoff value yields the highest diagnostic accuracy for the pPRS?

2. Materials and Methods

This study was part of the German Innovation Fund project Dent@Prevent, aiming at the enhancement of medical-dental integration [43]. This study was approved by the human subjects' ethics board of Heidelberg University (study number: S-248/2018) and was conducted in accordance with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2013. The study was designed as a prospective cross-sectional survey and subsequent clinical examination among patients seeking dental care at the dental school of Heidelberg University Hospital between October 2018 and February 2019. The required sample size was estimated at 84 participants, using a medium correlation strength between pPRS and PSR[®] [44] (Pearson's $r = 0.3$, 80% power, $\alpha = 0.05$). Informed written consent was obtained from all study participants. Patients were included if they were 18 years or older, visiting for a routine dental and periodontal check-up, and if they had consented to participate in the study. This study followed the Standards for Reporting Diagnostic Accuracy (STARD) guidelines [45].

Study participants were asked to complete the self-assessed pPRS without the assistance by any of the medical staff. The pPRS questionnaire consists of seven multiple-choice items, which are presented in Table 1 (see Table S1 for original German version). A summary score between 0 and 20 was possible, with 0 points reflecting the lowest risk of periodontitis and 20 points reflecting the highest risk for periodontitis.

After the completion of the pPRS questionnaire, patients were clinically examined (first by a dental student and then by a supervising dentist), as per standard procedure, at Heidelberg University Dental School. Probing depth (PD) (measured as the distance between the gingival margin and the pocket base), bleeding on probing (presence/absence), dental plaque or calculus (presence/absence), and defective dental restorations (presence/absence) were recorded, in order to calculate the PSR[®]. We evaluated patients' mean PSR[®] (as measurement of mean periodontal inflammation), as well as their highest PSR[®] code (maximum PSR[®]), which is the basis for treatment recommendations. PSR[®] case definitions and treatment recommendations are shown in Table S2. Examinations were performed by a 4th- or 5th-year dental student, and then by the supervising academic dentist, who verified all clinical findings. The clinical documentation was double-checked by the supervising academic dentist and used as clinical comparator information for purposes of the present study. The information about each patient's age was also extracted from the clinical records of each patient.

Table 1. Periodontitis Risk Score (Kocher et al., 2018) [31].

Abbreviation	Question	Score		
Q1.	Age	How old are you?	20–29 years old	0
			30–39 years old	2
			40–49 years old	4
			50–59 years old	6
			60–69 years old	8
			70–81 years old	10
Q2.	Gender	What is your gender?	Woman	0
			Man	1
Q3.	Current smoking	Do you currently smoke?	No	0
			Yes	2
Q4.	Past smoking	If you do not smoke at the moment, have you smoked in the past?	No	0
			Yes	1
Q5.	Education	After how many years did you finish school (including primary school)?	10 years or less	1
			More than 10 years	0
Q6.	Gum bleeding	Do your gums bleed after brushing your teeth?	No	0
			Sometimes	1
			Often	2
Q7.	Tooth mobility	Are your teeth mobile?	No	0
			Yes	3

Characteristics of the study population were analyzed by means of descriptive statistics. Univariate linear regression analysis was calculated to predict the mean PSR based on the pPRS. The diagnostic accuracy of pPRS for detecting periodontal inflammation ($PSR^{\circledR} < 3$ vs. $PSR^{\circledR} \geq 3$) was assessed for different pPRS cutoff values and according to sensitivity, specificity, positive, and negative predictive values, as well as Receiver-Operator-Characteristic (ROC) curves and Area Under the Curve (AUC). In addition, a binary logistic regression was performed to illustrate the odds with which the best-performing pPRS specification identifies periodontal inflammation. All data analyses were performed with SPSS statistics version 24.0 [46].

3. Results

Of 104 participants who were initially screened for eligibility, a total of 88 individuals agreed to participate in the study. The age of study participants ranged between 18 and 81 years, with a mean of 57.7 (SD: ± 13.4) years. Table 2 shows a cross-tabulation of pPRS items vs. PSR^{\circledR} codes, including information on age and gender distribution.

Over two-thirds of study participants had a maximum PSR^{\circledR} score of 3 or 4, and there were no study participants with maximum PSR^{\circledR} scores < 2 (given ubiquitous presence of calculus). Patients with PSR^{\circledR} Codes 3 or 4 (suggesting periodontal inflammation) were more often older, male, former smokers, had a lower educational level, and had previously experienced gum bleeding or tooth mobility. The mean PSR^{\circledR} was 3.1 (SD: ± 0.80), the mean pPRS was 7.8 (SD: ± 4.3). The PSR^{\circledR} increased with age: The mean age was 36.3 ± 17.7 years for participants with Code 2, 54.0 ± 15.0 years for Code 3, and 60.8 ± 11.1 years for Code 4.

Figure 1 plots the mean PSR^{\circledR} codes (clinically assessed) against pPRS and shows that mean PSR^{\circledR} increases with higher pPRS. The result from the corresponding linear regression indicates that mean PSR^{\circledR} increases significantly by 0.096 for each additional point in pPRS ($p < 0.001$; $R^2 = 0.461$).

Table 2. Maximum Periodontal Screening and Recording (PSR®) vs. items of the Periodontitis Risk Score (*n* = 88).

Periodontitis Risk Score Items		PSR®			Total <i>n</i> (%)
		2 <i>n</i> (%)	3 <i>n</i> (%)	4 <i>n</i> (%)	
(Q1) Age (in years)	20–29	14 (56.0)	4 (13.8)	1 (2.9)	19 (21.6)
	30–39	4 (16.0)	1 (3.4)	0 (0.0)	5 (5.7)
	40–49	1 (4.0)	2 (6.9)	3 (8.8)	6 (6.8)
	50–59	2 (8.0)	13 (44.8)	12 (35.3)	27 (30.7)
	60–69	3 (12.0)	7 (24.1)	11 (32.4)	21 (23.9)
	70–81	1 (4.0)	2 (6.9)	7 (20.6)	10 (11.4)
(Q2) Gender	Men	11 (44.0)	17 (58.6)	19 (55.8)	47 (53.4)
	Women	14 (56.0)	12 (41.4)	15 (44.1)	41 (46.6)
(Q3) Current smoking	No	21 (84.0)	27 (93.1)	28 (82.4)	76 (86.4)
	Yes	4 (16.0)	2 (6.9)	6 (17.6)	12 (13.6)
(Q4) Past smoking	No	22 (88.0)	21 (72.4)	21 (61.8)	64 (82.7)
	Yes	3 (12.0)	8 (27.6)	13 (38.2)	24 (27.3)
(Q5) (Q5) Education	≤10 years	2 (8.0)	12 (41.4)	20 (58.8)	34 (38.6)
	>10 years	23 (92.0)	17 (58.6)	14 (41.2)	54 (61.4)
(Q6) Gum bleeding	Never	20 (80.0)	19 (65.5)	20 (58.8)	59 (67.0)
	Sometimes	5 (20.0)	9 (31.0)	10 (29.4)	24 (27.3)
	Often	0 (0.0)	1 (3.4)	4 (11.8)	5 (5.7)
(Q7) Tooth mobility	No	24 (96.0)	26 (89.7)	18 (52.9)	68 (77.3)
	Yes	1 (4.0)	3 (10.3)	16 (47.1)	20 (22.7)
Total <i>n</i> (%)		25 (28.4)	29 (33.0)	34 (38.6)	88 (100)
Mean Periodontitis Risk Score (Mean + SD)		3.6 ± 3.6	7.8 ± 3.4	11.0 ± 2.2	7.8 ± 4.3

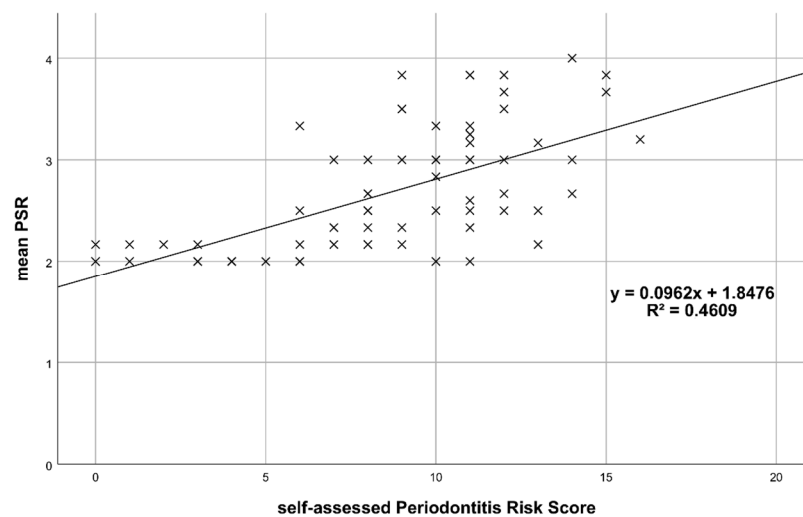


Figure 1. Mean PSR® vs. patient-reported Periodontitis Risk Score (pPRS).

The diagnostic accuracy of the pPRS was assessed at various cutoff values (in the range between pPRS = 4 and pPRS = 12; please see Table S3). Sensitivity decreases and specificity increases with increasing pPRS cutoff values, with the highest reported sensitivity of 93.7% at the cutoff value of 4, and the highest reported specificity of 100% at the cutoff value of 12. According to the AUC criterion, the combined specificity and sensitivity was highest for a pPRS cutoff distinguishing between scores < 7 vs. ≥ 7 (AUC = 0.86; 95%-CI: 0.76–0.95). Corresponding ROC curves are illustrated in Figure 2. The positive predictive value for the pPRS cutoff value of 7 was 93.2%, and the negative predictive value was 72.4%.

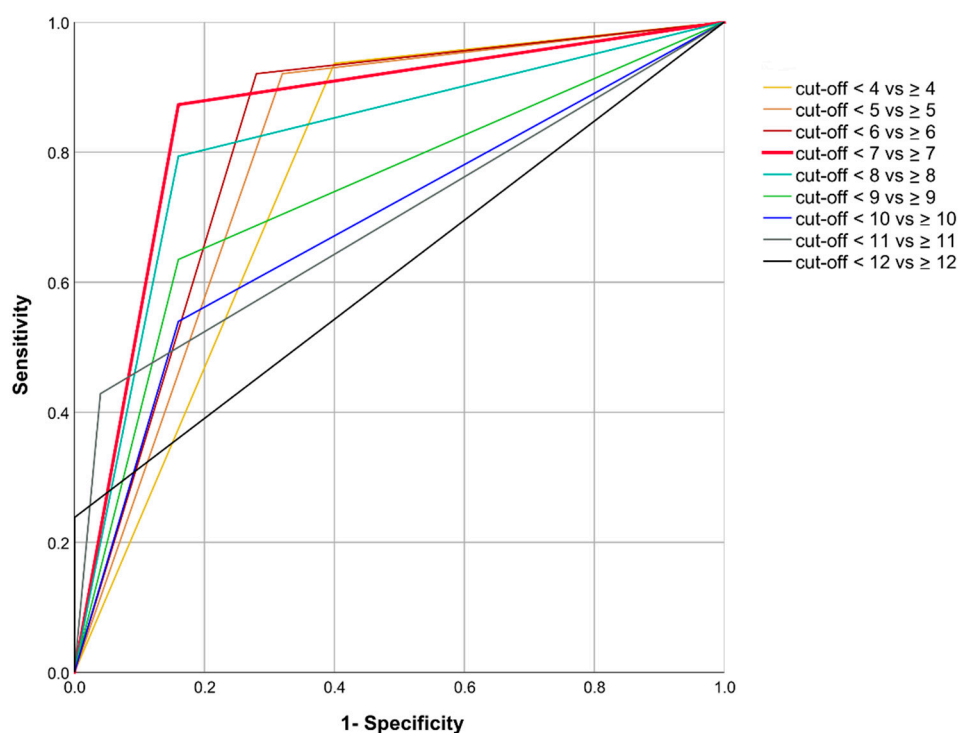


Figure 2. Receiver-Operator-Characteristic (ROC) curve of the patient-reported Periodontitis Risk Score (pPRS).

According to logistic regression analysis (see Table 3), patients with pPRS scores ≥ 7 had a 36.09 (95%-CI: 9.82–132.61; $p < 0.001$) times higher chance of having a $PSR^{\text{®}} \geq 3$ than patients with pPRS scores < 7 .

Table 3. Result from logistic regression analysis. (Dependent variable: $PSR^{\text{®}} \geq 3$ vs. $PSR^{\text{®}} < 3$).

pPRS Cutoff	Odds-Ratio (95% CI)
<7 vs. ≥ 7	36.09 * (9.82–132.61)

* $p < 0.001$.

4. Discussion

This study assesses the diagnostic accuracy of a completely stand-alone, short, and easy-to-use patient-reported screening tool for periodontitis based on patient-reported information that may be used by non-dental professionals. Our findings indicate that patients’ self-reports—measured according to the previously developed pPRS—correlate closely with the clinical examination using the $PSR^{\text{®}}$. According to combined specificity and sensitivity, the diagnostic accuracy of the pPRS for detecting periodontal inflammation was found to be highest for a pPRS cutoff distinguishing between pPRS scores < 7 vs. ≥ 7 . The results therefore suggest that the pPRS is effective in the screening for periodontitis.

The evaluated pPRS questionnaire may be particularly useful for the screening for periodontitis outside dental settings. Assessment could be performed by the patients themselves and support the patient in deciding for seeking professional oral-health advice and, if necessary, treatment. The benefits for the patient are vast. Aside from direct impacts in terms of maintaining good oral health (including avoidance of tooth loss or impaired masticatory function), the detection and management of periodontitis also contribute to avoiding detrimental impacts in terms of psychological distress and compromised quality of life [15]. If initiated early enough, periodontal treatment can warrant good oral-health-related quality of life even long after initial therapy [47]. In addition, periodontitis is a chronic disease

that progresses over an individual's lifetime; severe forms are more frequently diagnosed amongst older persons. Management of periodontitis is therefore particularly important at an older age, considering that the number of risk factors, multimorbidity, and barriers to elders' use of dental services increase with age, and this can complicate treatment [48,49].

Given the interrelationships of periodontitis with a number of other chronic diseases, particularly diabetes and cardiovascular disease [1], the pPRS could be used by general practitioners, diabetologists, cardiologists, and others who may have a need to screen for periodontitis. In this regard, the International Diabetes Federation (IDF) has published an oral-health guideline for diabetes-care professionals [50], recommending that doctors enquire annually for symptoms of gum disease and advise patients to seek attention from a dental health professional in case of suspected disease. However, the guideline lacks validated questions that may be used by non-dental professionals. To this end, the pPRS may provide a suitable tool to complement such guidelines for the screening for periodontitis by medical professionals with a non-dental background.

The pPRS may also help facilitating better medical-dental integration, for example, as integral part of an electronic Decision Support System [51]. A more integrated management of chronic and periodontal diseases, emphasizing early disease detection, could help reducing treatment costs. Screening for periodontitis may increase the possibilities for tooth retention and reduce the risks of tooth loss and tooth replacement. Costs for tooth retention via periodontal therapy and supportive periodontal treatments have previously been shown to be relatively low compared to alternatives following tooth loss (e.g., implants or fixed partial dentures), even in periodontally impaired teeth [52,53]. Some studies also suggest the positive effects of periodontal treatment on diabetes management [54–56], and thus the detection of periodontitis may also increase the cost-effectiveness of both periodontitis and diabetes care [57,58]. This is particularly relevant in light of expected continuing increases in diabetes prevalence and associated treatment costs [59].

Our study has limitations. First, self-reports were compared to the CPITN/PSR[®], which is not identical to diagnoses derived from detailed six-point periodontal examination of all teeth (including clinical attachment loss, radiographic bone loss, and probing depth) [38]. Potential disadvantages include the possible underestimation of periodontitis and the mere assessment of pocket depths without assessment of attachment loss [60,61]. Further studies comparing the pPRS to a detailed periodontal examination with subsequent calculations of the periodontal inflamed surface area (PISA) [62] and CDC/AAP classifications [30] are necessary to determine the extent to which the tool may be used to assess disease severity or the potential inflammatory burden. However, the risk of underestimating disease prevalence is particularly high in studies performing partial periodontal recording of index teeth only. This was not the case in this study, as all teeth were examined. Moreover, the PSR[®] does not serve as a substitute for detailed periodontal examination and diagnosis (including clinical attachment loss, radiographic bone loss, and probing depth), but as a first step in the chairside screening of periodontitis. Analogously, the pPRS should only be considered a practical substitute for periodontal screening in settings other than chairside clinical dental settings.

Second, the study was carried out in one single dental academic dental center, and so the results may not be fully transferrable to other settings. This, however, does not affect the internal validity of the study, which is of primary relevance as per the purpose of the study. Study participants were recruited in a dental-care setting and may have different characteristics than patients who would be observed in non-dental settings. Individuals actively seeking dental care may be more health-conscious and better able to answer questions regarding gum bleeding or tooth mobility. The agreement between self-assessed and clinically assessed periodontal risk may therefore be somewhat different if examined within a population representative of the general public, or within a population of individuals with diabetes, that is known to visit the dentist less frequently [16,17]. In order to assess the transferability to other populations and develop best-practice solutions for use in medical offices, further studies in a non-dental environment should be performed,

particularly in individuals with other risk factors related to systemic inflammation, such as diabetes mellitus, obesity, or cardiovascular disease. Nonetheless, a considerable part of the pPRS is based on information regarding age, gender, and years of education, which should be understandable irrespective of health literacy. Furthermore, the present study relied on a paper-and-pencil questionnaire. If the pPRS is intended to be used by large parts of the general population and other medical professionals, an online or app-based approach might be more appropriate and warrant further testing. Note that differences between online and paper-based delivery modes are known to be small [63–65].

5. Conclusions

Within the limitations of the present study, the pPRS was found to be an accurate and easy-to-use stand-alone tool for periodontitis screening.

Supplementary Materials: The following are available online at <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/2/287/s1>. Table S1. German original version of the Periodontitis Risk Score (Kocher et al., 2018) [31]. Table S2. Main PSR[®]code definitions and recommended treatment. Adapted from the American Dental Association and The American Academy of Periodontology, 1992 [41]. Table S3. Diagnostic accuracy of pPRS at PSR[®] cut-off < 3 vs. ≥ 3.

Author Contributions: Conceptualization, S.L. and O.K.; methodology, S.L. and C.S.; formal analysis, T.B., C.S., and O.K.; investigation, T.B.; data curation, T.B. and C.S.; writing—original draft preparation, C.S. and T.B.; writing—review and editing, C.S., O.K., and S.L.; visualization, C.S.; supervision, S.L. and O.K.; project administration, S.L.; funding acquisition, S.L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: Grant support for this project was provided by the Federal Joint Committee (G-BA) Innovation Fund, grant agreement no. 01VSF16052. This review was conducted as part of the Dent@Prevent project. Consortium members of the Dent@Prevent project have included Andreas Bartols, Joachim Bentz, Katja Blaschke, Joachim Fessler, Petra Knaup-Gregori, Christian Haux, Martin Hellmich, Olivier Kalmus, Stefan Listl, Berndt-Peter Robra, Christina Samel, Tanja Schamma, Ingrid Schubert, Max W. Seitz, Kirsten Smits, Jochen Walker, Winfried Walther, and Marieke M. van der Zande. We thank all contributors to the Dent@Prevent project. Caroline Sekundo is funded by the Physician Scientist Program of Heidelberg University, Faculty of Medicine.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the human subjects' ethics board of Heidelberg University (study number: S-248/2018).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Seitz, M.W.; Listl, S.; Bartols, A.; Schubert, I.; Blaschke, K.; Haux, C.; Van Der Zande, M.M. Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review. *Prev. Chronic Dis.* **2019**, *16*, E132. [CrossRef] [PubMed]
2. D'Aiuto, F.; Gkraniias, N.; Bhowruth, D.; Khan, T.; Orlandi, M.; Suvan, J.; Masi, S.; Tsakos, G.; Hurel, S.; Hingorani, A.D.; et al. Systemic effects of periodontitis treatment in patients with type 2 diabetes: A 12 month, single-centre, investigator-masked, randomised trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* **2018**, *6*, 954–965. [CrossRef]
3. Wang, T.F.; Jen, I.A.; Chou, C.; Lei, Y.P. Effects of periodontal therapy on metabolic control in patients with type 2 diabetes mellitus and periodontal disease: A meta-analysis. *Medicine* **2014**, *93*, e292. [CrossRef] [PubMed]
4. Mauri-Obradors, E.; Merlos, A.; Estrugo-Devesa, A.; Jane-Salas, E.; Lopez-Lopez, J.; Vinas, M. Benefits of non-surgical periodontal treatment in patients with type 2 diabetes mellitus and chronic periodontitis: A randomized controlled trial. *J. Clin. Periodontol.* **2018**, *45*, 345–353. [CrossRef] [PubMed]
5. Smits, K.P.J.; Listl, S.; Plachokova, A.S.; Van der Galien, O.; Kalmus, O. Effect of periodontal treatment on diabetes-related healthcare costs: A retrospective study. *BMJ Open Diabetes Res. Care* **2020**, *8*, e001666. [CrossRef]

6. Zhu, M.; Nikolajczyk, B.S. Immune Cells Link Obesity-associated Type 2 Diabetes and Periodontitis. *J. Dent. Res.* **2014**, *93*, 346–352. [[CrossRef](#)]
7. Nassar, H.; Kantarci, A.; Van Dyke, T.E. Diabetic periodontitis: A model for activated innate immunity and impaired resolution of inflammation. *Periodontology 2000* **2007**, *43*, 233–244. [[CrossRef](#)]
8. Khumaedi, A.I.; Purnamasari, D.; Wijaya, I.P.; Soeroso, Y. The relationship of diabetes, periodontitis and cardiovascular disease. *Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev.* **2019**, *13*, 1675–1678. [[CrossRef](#)]
9. Iacopino, A.M.; Cutler, C.W. Pathophysiological Relationships Between Periodontitis and Systemic Disease: Recent Concepts Involving Serum Lipids. *J. Periodontol.* **2000**, *71*, 1375–1384. [[CrossRef](#)]
10. Martínez-Herrera, M.; Abad-Jiménez, Z.; Silvestre, F.J.; López-Domènech, S.; Márquez-Arrico, C.F.; Silvestre-Rangil, J.; Víctor, V.M.; Rocha, M. Effect of Non-Surgical Periodontal Treatment on Oxidative Stress Markers in Leukocytes and Their Interaction with the Endothelium in Obese Subjects with Periodontitis: A Pilot Study. *J. Clin. Med.* **2020**, *9*, 2117. [[CrossRef](#)]
11. Blasco-Baque, V.; Garidou, L.; Pomié, C.; Escoula, Q.; Loubieres, P.; Le Gall-David, S.; Lemaitre, M.; Nicolas, S.; Klopp, P.; Waget, A.; et al. Periodontitis induced by *Porphyromonas gingivalis* drives periodontal microbiota dysbiosis and insulin resistance via an impaired adaptive immune response. *Gut* **2017**, *66*, 872–885. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Kassebaum, N.J.; Bernabe, E.; Dahiya, M.; Bhandari, B.; Murray, C.J.; Marcenes, W. Global burden of severe periodontitis in 1990–2010: A systematic review and meta-regression. *J. Dent. Res.* **2014**, *93*, 1045–1053. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Kassebaum, N.J.; Smith, A.G.C.; Bernabe, E.; Fleming, T.D.; Reynolds, A.E.; Vos, T.; Murray, C.J.L.; Marcenes, W. Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions for 195 Countries, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors. *J. Dent. Res.* **2017**, *96*, 380–387. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Righolt, A.J.; Jevdjevic, M.; Marcenes, W.; Listl, S. Global-, Regional-, and Country-Level Economic Impacts of Dental Diseases in 2015. *J. Dent. Res.* **2018**, *97*, 501–507. [[CrossRef](#)]
15. Buset, S.L.; Walter, C.; Friedmann, A.; Weiger, R.; Borgnakke, W.S.; Zitzmann, N.U. Are periodontal diseases really silent? A systematic review of their effect on quality of life. *J. Clin. Periodontol.* **2016**, *43*, 333–344. [[CrossRef](#)]
16. Chaudhari, M.; Hubbard, R.; Reid, R.J.; Inge, R.; Newton, K.M.; Spangler, L.; Barlow, W.E. Evaluating components of dental care utilization among adults with diabetes and matched controls via hurdle models. *BMC Oral Health* **2012**, *12*, 20. [[CrossRef](#)]
17. Luo, H.; Bell, R.A.; Wright, W.; Wu, Q.; Wu, B. Trends in annual dental visits among US dentate adults with and without self-reported diabetes and prediabetes, 2004–2014. *J. Am. Dent. Assoc.* **2018**, *149*, 460–469. [[CrossRef](#)]
18. Abbood, H.M.; Hinz, J.; Cherukara, G.; Macfarlane, T.V. Validity of Self-Reported Periodontal Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Periodontol.* **2016**, *87*, 1474–1483. [[CrossRef](#)]
19. Ramos, R.Q.; Bastos, J.L.; Peres, M.A. Diagnostic validity of self-reported oral health outcomes in population surveys: Literature review. *Rev. Bras. Epidemiol.* **2013**, *16*, 716–728. [[CrossRef](#)]
20. Cyrino, R.M.; Miranda Cota, L.O.; Pereira Lages, E.J.; Bastos Lages, E.M.; Costa, F.O. Evaluation of self-reported measures for prediction of periodontitis in a sample of Brazilians. *J. Periodontol.* **2011**, *82*, 1693–1704. [[CrossRef](#)]
21. Heaton, B.; Gordon, N.B.; Garcia, R.I.; Rosenberg, L.; Rich, S.; Fox, M.P.; Cozier, Y.C. A Clinical Validation of Self-Reported Periodontitis Among Participants in the Black Women’s Health Study. *J. Periodontol.* **2017**, *88*, 582–592. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Montero, E.; Herrera, D.; Sanz, M.; Dhir, S.; Van Dyke, T.; Sima, C. Development and validation of a predictive model for periodontitis using NHANES 2011–2012 data. *J. Clin. Periodontol.* **2019**, *46*, 420–429. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Chatzopoulos, G.S.; Cisneros, A.; Sanchez, M.; Lunos, S.; Wolff, L.F. Validity of self-reported periodontal measures, demographic characteristics, and systemic medical conditions. *J. Periodontol.* **2018**, *89*, 924–932. [[CrossRef](#)]
24. Carra, M.C.; Gueguen, A.; Thomas, F.; Pannier, B.; Caligiuri, G.; Steg, P.G.; Zins, M.; Bouchard, P. Self-report assessment of severe periodontitis: Periodontal screening score development. *J. Clin. Periodontol.* **2018**, *45*, 818–831. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Verhulst, M.J.L.; Teeuw, W.J.; Bizzarro, S.; Muris, J.; Su, N.; Nicu, E.A.; Nazmi, K.; Bikker, F.J.; Loos, B.G. A rapid, non-invasive tool for periodontitis screening in a medical care setting. *BMC Oral Health* **2019**, *19*, 87. [[CrossRef](#)]
26. Montero, E.; La Rosa, M.; Montanya, E.; Calle-Pascual, A.L.; Genco, R.J.; Sanz, M.; Herrera, D. Validation of self-reported measures of periodontitis in a Spanish Population. *J. Periodontol. Res.* **2020**, *55*, 400–409. [[CrossRef](#)]
27. Renatus, A.; Kottmann, T.; Schwarzenberger, F.; Jentsch, H. Evaluation of a New Self-Reported Tool for Periodontitis Screening. *J. Clin. Diagn. Res.* **2016**, *10*, ZC107–ZC112. [[CrossRef](#)]
28. LaMonte, M.J.; Hovey, K.M.; Millen, A.E.; Genco, R.J.; Wactawski-Wende, J. Accuracy of self-reported periodontal disease in the Women’s Health Initiative Observational Study. *J. Periodontol.* **2014**, *85*, 1006–1018. [[CrossRef](#)]
29. Khader, Y.; Alhabashneh, R.; Alhersh, F. Development and validation of a self-reported periodontal disease measure among Jordanians. *Int. Dent. J.* **2015**, *65*, 203–210. [[CrossRef](#)]
30. Page, R.C.; Eke, P.I. Case definitions for use in population-based surveillance of periodontitis. *J. Periodontol.* **2007**, *78*, 1387–1399. [[CrossRef](#)]
31. Kocher, T.; Holtfreter, B.; Dietrich, T.; Völzke, H.; Dannewitz, B. The Periodontitis Risk Score- Via Self-Test to Screening. *Zahnärztl. Mitt.* **2018**, *5*, 80–87. (In German)
32. John, U.; Greiner, B.; Hensel, E.; Ludemann, J.; Piek, M.; Sauer, S.; Adam, C.; Born, G.; Alte, D.; Greiser, E.; et al. Study of Health In Pomerania (SHIP): A health examination survey in an east German region: Objectives and design. *Soz. Präv.* **2001**, *46*, 186–194. [[CrossRef](#)]

33. Hensel, E.; Gesch, D.; Biffar, R.; Bernhardt, O.; Kocher, T.; Splieth, C.; Born, G.; John, U. Study of Health in Pomerania (SHIP): A health survey in an East German region. Objectives and design of the oral health section. *Quintessence Int.* **2003**, *34*, 370–378. [[PubMed](#)]
34. Zhan, Y.; Holtfreter, B.; Meisel, P.; Hoffmann, T.; Micheelis, W.; Dietrich, T.; Kocher, T. Prediction of periodontal disease: Modelling and validation in different general German populations. *J. Clin. Periodontol.* **2014**, *41*, 224–231. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Sullivan, L.M.; Massaro, J.M.; D’Agostino, R.B., Sr. Presentation of multivariate data for clinical use: The Framingham Study risk score functions. *STAT MED* **2004**, *23*, 1631–1660. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V. (DG Paro). Parodontitis Selbsttest. Available online: <https://www.dgparo.de/media/download-5a1fbed30aef0> (accessed on 3 July 2020).
37. Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V. (DG Paro). DGP-Parodontitis Selbsttest. Available online: <https://play.google.com/store/apps/details?id=club.app.dgparo> (accessed on 3 July 2020).
38. Beltrán-Aguilar, E.D.; Eke, P.I.; Thornton-Evans, G.; Petersen, P.E. Recording and surveillance systems for periodontal diseases. *Periodontology* **2012**, *60*, 40–53. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
39. World Health Organization. *Oral Health Surveys. Basic Methods*, 4th ed.; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1997.
40. Ainamo, J.; Barmes, D.; Beagrie, G.; Cutress, T.; Martin, J.; Sardo-Infirri, J. Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPITN). *Int. Dent. J.* **1982**, *32*, 281–291.
41. American Dental Association and The American Academy of Periodontology. *Periodontal Screening & Recording: An Early Detection System [Training Kit]*; Sponsored by Procter & Gamble: Fairfield, OH, USA, 1992.
42. Landry, R.G.; Jean, M. Periodontal Screening and Recording (PSR) Index: Precursors, utility and limitations in a clinical setting. *Int. Dent. J.* **2002**, *52*, 35–40. [[CrossRef](#)]
43. Dent@Prevent. Available online: www.oralsystemicintegration.com (accessed on 3 July 2020).
44. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2013.
45. Bossuyt, P.M.; Reitsma, J.B.; Bruns, D.E.; Gatsonis, C.A.; Glasziou, P.P.; Irwig, L.; Lijmer, J.G.; Moher, D.; Rennie, D.; de Vet, H.C.; et al. STARD 2015: An updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies. *BMJ (Clin. Res. Ed.)* **2015**, *351*, h5527. [[CrossRef](#)]
46. IBM Corp. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0*; IBM Corp: Armonk, NY, USA, 2016.
47. El Sayed, N.; Baeumer, A.; El Sayed, S.; Wieland, L.; Weber, D.; Eickholz, P.; Pretzl, B. Twenty years later: Oral health-related quality of life and standard of treatment in patients with chronic periodontitis. *J. Periodontol.* **2019**, *90*, 323–330. [[CrossRef](#)]
48. Slack-Smith, L.; Lange, A.; Paley, G.; O’Grady, M.; French, D.; Short, L. Oral health and access to dental care: A qualitative investigation among older people in the community. *Gerodontology* **2010**, *27*, 104–113. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Niesten, D.; Witter, D.J.; Bronkhorst, E.M.; Creugers, N.H.J. Oral health care behavior and frailty-related factors in a care-dependent older population. *J. Dent.* **2017**, *61*, 39–47. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. IDF Clinical Guidelines Task Force. *IDF Guideline on Oral Health for People with Diabetes*; International Diabetes Federation: Brussels, Belgium, 2009.
51. Smits, K.; Kalmus, O.; Haux, C.; Seitz, M.; van der Zande, M.; Schubert, I.; Listl, S. Towards a decision support system to better integrate primary and dental care. *Int. J. Integr. Care* **2019**, *19*, 479. [[CrossRef](#)]
52. Pretzl, B.; Wiedemann, D.; Cosgarea, R.; Kaltschmitt, J.; Kim, T.S.; Staehle, H.J.; Eickholz, P. Effort and costs of tooth preservation in supportive periodontal treatment in a German population. *J. Clin. Periodontol.* **2009**, *36*, 669–676. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
53. Fardal, O.; O’Neill, C.; Gjermo, P.; Fardal, E.; Sandvik, L.; Hansen, B.F.; Linden, G.J. The lifetime direct cost of periodontal treatment: A case study from a Norwegian specialist practice. *J. Periodontol.* **2012**, *83*, 1455–1462. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
54. Altamash, M.; Klinge, B.; Engström, P.E. Periodontal treatment and HbA1c levels in subjects with diabetes mellitus. *J. Oral Rehabil.* **2016**, *43*, 31–38. [[CrossRef](#)]
55. Peng, C.H.; Yang, Y.S.; Chan, K.C.; Kornelius, E.; Chiou, J.Y.; Huang, C.N. Periodontal Treatment and the Risks of Cardiovascular Disease in Patients with Type 2 Diabetes: A Retrospective Cohort Study. *Intern. Med.* **2017**, *56*, 1015–1021. [[CrossRef](#)]
56. Wang, X.; Han, X.; Guo, X.; Luo, X.; Wang, D. The effect of periodontal treatment on hemoglobin a1c levels of diabetic patients: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* **2014**, *9*, e108412. [[CrossRef](#)]
57. Solowiej-Wedderburn, J.; Ide, M.; Pennington, M. Cost-effectiveness of non-surgical periodontal therapy for patients with type 2 diabetes in the UK. *J. Clin. Periodontol.* **2017**, *44*, 700–707. [[CrossRef](#)]
58. Choi, S.E.; Sima, C.; Pandya, A. Impact of Treating Oral Disease on Preventing Vascular Diseases: A Model-Based Cost-effectiveness Analysis of Periodontal Treatment among Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* **2020**, *43*, 563–571. [[CrossRef](#)]
59. Hex, N.; Bartlett, C.; Wright, D.; Taylor, M.; Varley, D. Estimating the current and future costs of Type 1 and Type 2 diabetes in the UK, including direct health costs and indirect societal and productivity costs. *Diabet. Med.* **2012**, *29*, 855–862. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
60. Baelum, V.; Fejerskov, O.; Manji, F.; Wanzala, P. Influence of CPITN partial recordings on estimates of prevalence and severity of various periodontal conditions in adults. *Community Dent. Oral Epidemiol.* **1993**, *21*, 354–359. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
61. Genco, T.; Jeffcoat, M.; Caton, J.J.; Papanou, P.; Armitage, G.; Grossi, S.; Johnson, N.; Lamster, I.; Lang, N.; Robertson, P.; et al. Consensus report. Periodontal diseases: Epidemiology and diagnosis. *Ann. Periodontol.* **1996**, *1*, 216–222. [[CrossRef](#)]
62. Park, S.-Y.; Ahn, S.; Lee, J.-T.; Yun, P.-Y.; Lee, Y.J.; Lee, J.Y.; Song, Y.W.; Chang, Y.-S.; Lee, H.-J. Periodontal inflamed surface area as a novel numerical variable describing periodontal conditions. *J. Periodontal Implant Sci.* **2017**, *47*, 328–338. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

63. Steffen, M.W.; Murad, M.H.; Hays, J.T.; Newcomb, R.D.; Molella, R.G.; Cha, S.S.; Hagen, P.T. Self-Report of Tobacco Use Status: Comparison of Paper-Based Questionnaire, Online Questionnaire, and Direct Face-to-Face Interview—Implications for Meaningful Use. *Popul. Health Manag.* **2014**, *17*, 185–189. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
64. Denscombe, M. The Length of Responses to Open-Ended Questions: A Comparison of Online and Paper Questionnaires in Terms of a Mode Effect. *Soc. Sci. Comput. Rev.* **2007**, *26*, 359–368. [[CrossRef](#)]
65. Vallejo, M.A.; Jordán, C.M.; Díaz, M.I.; Comeche, M.I.; Ortega, J. Psychological Assessment via the Internet: A Reliability and Validity Study of Online (vs Paper-and-Pencil) Versions of the General Health Questionnaire-28 (GHQ-28) and the Symptoms Check-List-90-Revised (SCL-90-R). *J. Med. Internet Res.* **2007**, *9*, e2. [[CrossRef](#)]

POSTER ABSTRACT

Towards a decision support system to better integrate primary and dental care

19th International Conference on Integrated Care, San Sebastian, 01-03 April 2019

Kirsten Smits¹, Olivier Kalmus², Christian Haux³, Max Seitz³, Marieke van der Zande⁴, Ingrid Schubert⁵, Stefan Listl^{1,2}

1: Department of Quality and Safety of Oral Healthcare, Radboud University Medical Center, Nijmegen, the Netherlands;

2: Division of Translational Health Economics, Department of Conservative Dentistry, Heidelberg University, Heidelberg, Germany;

3: Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg University, Heidelberg, Germany;

4: Division of Informatics, Imaging and Data Sciences, School of Health Sciences, University of Manchester, Manchester, United Kingdom;

5: PMV forschungsgruppe, University of Cologne, Cologne, Germany

Introduction: There is a growing body of evidence for associations between oral and other chronic non-communicable diseases. Early recognition and diagnosis can be important in treating these diseases and better integration of primary and dental care could improve patient care. With the Dent@Prevent project, we aim to develop an electronic decision support system (DSS) and interactive mobile application to promote better collaboration between general practitioners (GPs) and dentists.

Methods: A mixed-methods approach, including a systematic literature review, routine data analysis, focus groups with GPs and dentists and a Delphi-method with GPs, dentists and patients, is used to acquire information to develop the interactive mobile application that assesses patient-reported measures and the DSS that supports GP and dentist decision-making in an evidence-oriented way. Both the mobile application and DSS will be piloted to validate the use of these products.

Results Findings: from the systematic literature review yielded a primary focus for the mobile application and DSS on links between diabetes and periodontitis. From the focus groups with dentists and GPs it appeared that GPs are generally less aware of interactions between oral and non-communicable diseases than dentists. Furthermore, several intervention points and integration of care processes were discussed as a basis for the DSS. The developed mobile application includes patient-reported measures for diabetes and periodontitis risks, as well as measures of patient experiences and perceptions towards the integration of care. The DSS is being designed to support the GP and dentist to recognize respectively an increased risk for periodontitis in their diabetes patients and an increased risk for diabetes in their patients with periodontitis, and to care for their patients accordingly.

Discussions and conclusions: Electronic decision support systems for integration of primary and dental care might provide innovative and novel possibilities to improve integration of care through better informed decision making, including at the health policy level.

Lessons learned: Clinicians may be unaware of interactions between oral and non-communicable diseases, which may reduce the chance for early recognition of disease in both sectors of care.

Limitations: The Delphi-method was used to determine the content of the mobile application with regards to measures of patient experiences and perceptions. It was performed with an anonymized panel including dentists, GPs and patients. Because of this anonymity, the characteristics such as gender and age of the panel are unknown. Furthermore, because of limited scientific evidence on integrated care for diabetes patients with periodontitis, several development steps of the DSS depend on expert opinions from clinicians which may not be generally representative. Finally, the DSS we are developing is a pilot version but this seems a sensible approach towards stepwise creation of the DSS.

Suggestions for future research: The mobile application and DSS have to be tested and validated in real-life settings before implementation in actual practice. Once the mobile application and DSS have been validated, the system can be evaluated to assess the efficiency of the intervention to promote integrated health under day-to-day practice conditions.

Keywords: dental care; primary care; decision support; mobile application

Anlage: Bericht über Ergebnisse systematischer Reviews (AP2)

Dent@Prevent

Meilenstein 6 (E1)

Ergebnisse systematischer Reviews:

- Umbrella Review zu Zusammenhängen zwischen chronisch-systemischen und Zahnerkrankungen
- Scoping-Review zu patientenzentrierten Parametern, die sich auf die Schnittstelle von medizinischer und zahnmedizinischer Versorgung beziehen

SYSTEMATIC REVIEW

Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review

Max W. Seitz, MSc¹; Stefan Listl, PhD, Dr Med Dent^{2,3}; Andreas Bartols, Dr Med Dent^{4,5};
Ingrid Schubert, Dr Rer Soc⁶; Katja Blaschke, MSc⁶; Christian Haux, MSc¹;
Marieke M. Van Der Zande, PhD^{2,3}

Accessible Version: www.cdc.gov/pcd/issues/2019/18_0641.htm

Suggested citation for this article: Seitz MW, Listl S, Bartols A, Schubert I, Blaschke K, Haux C, et al. Current Knowledge on Correlations Between Highly Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases: An Umbrella Review. *Prev Chronic Dis* 2019; 16:180641. DOI: <https://doi.org/10.5888/pcd16.180641>.

PEER REVIEWED

Summary

What is already known on this topic?

Substantive evidence supports a correlation between dental conditions and chronic systemic diseases.

What is added by this report?

We provide an overview of systematic reviews reporting on correlations between dental conditions and chronic diseases with an assessment of the evidence and extent of correlation.

What are the implications for public health practice?

There is a need for more awareness about 1) existing evidence on correlations between dental conditions and chronic systemic diseases, 2) potential opportunities for better medical–dental integration in the delivery of care, and 3) the need for future research about potentially causal links between dental conditions and chronic diseases.

Abstract

Introduction

Studies have investigated the relationships between chronic systemic and dental conditions, but it remains unclear how such knowledge can be used in clinical practice. In this article, we provide an overview of existing systematic reviews, identifying and evaluating the most frequently reported dental–chronic disease correlations and common risk factors.

Methods

We conducted a systematic review of existing systematic reviews (umbrella review) published between 1995 and 2017 and indexed in 4 databases. We focused on the 3 most prevalent dental conditions and 10 chronic systemic diseases with the highest burden of disease in Germany. Two independent reviewers assessed all articles for eligibility and methodologic quality using the AMSTAR criteria and extracted data from the included studies.

Results

Of the initially identified 1,249 systematic reviews, 32 were included for qualitative synthesis. The dental condition with most frequently observed correlations to chronic systemic diseases was periodontitis. The chronic systemic disease with the most frequently observed correlations with a dental condition was type 2 diabetes mellitus (T2DM). Most dental–chronic disease correlations were found between periodontitis and T2DM and periodontitis and cardiovascular disease. Frequently reported common risk factors were smoking, age, sex, and overweight. Using the AMSTAR criteria, 2 studies were assessed as low quality, 26 studies as moderate quality, and 4 studies as high quality.

Conclusion

The quality of included systematic reviews was heterogeneous. The most frequently reported correlations were found for periodontitis with T2DM and for periodontitis with cardiovascular disease. However, the strength of evidence for these and other disease correlations is limited, and the evidence to assess the causality of these disease correlations remains unclear. Future research should focus on the causality of disease links in order to provide more decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes.



The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Introduction

Human life expectancy has been increasing for many years (1). However, as life expectancy increases, so does the prevalence of chronic diseases within the population (2). Treatment of chronic diseases frequently takes place in highly specialized disciplines (3). However, chronic conditions often emerge, develop, and occur in parallel with other illnesses (4), and with each chronic condition life expectancy again decreases (5). Because of the high likelihood of patients with chronic conditions developing additional diseases, scientific study of the correlations between diseases is necessary.

The medical scope of such correlations often exceeds the boundaries of medical disciplines. An example of this is the correlation between dental conditions and other noncommunicable diseases, which have been investigated in many scientific publications and in previous empirical literature (6). In the past decades, however, dental care and primary medical care have largely evolved separately. Addressing the links between dental and other chronic conditions can improve health care and prevention of chronic conditions (7), in particular identifying appropriate and necessary areas for inter-professional cooperation between general medical and dental professionals (7).

Many systematic reviews (SRs) to estimate the extent of dental–chronic disease correlations have been conducted for specific dental conditions and chronic systemic diseases, but a systematic overview to provide information about the extent to which there is decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes does not exist so far. The aim of this study was to conduct an umbrella review to provide an overview of the most recent evidence from SRs about interdependencies between dental conditions and chronic systemic diseases. The underlying research question was, “What is the current state of knowledge concerning possible relationships between dental conditions and chronic systemic diseases?” The umbrella review aimed to identify potential intervention points for inter-professional cooperation, including evidence on 1) correlations between highly prevalent dental conditions and chronic systemic diseases, 2) common risk factors, and 3) how dental conditions cause chronic diseases and vice versa.

Methods

This study was conducted as part of a project aiming to improve intersectoral care between dentists and general practitioners (8). The results of this literature review will be combined with an analysis of claims data and patient reported measures into a decision support system (DSS). The DSS targets links between dental con-

ditions and chronic systemic diseases managed in dental and primary care in Germany. The umbrella review focused on the chronic systemic diseases and dental conditions with the highest prevalence in Germany (9). The prevalence of these conditions in Germany is comparable to that of other Western European countries (10).

Data sources

The scope of the review was defined using the PICO structure (11). The target population was defined as patients with a combination of 1) a chronic systemic disease and 2) 1 of the 3 dental conditions with the highest burden of disease: periodontitis (*International Classification of Diseases, 10th Revision* [ICD-10] K05), dental caries (ICD-10: K02.0), and tooth loss (ICD-10: K08.1) (12,13). There were no restrictions with respect to the type of (comparative) interventions or the (dental) health outcomes considered.

The search strategy was jointly developed by the authors (M.S., S.L., C.H., M.vdZ.) and sense-checked by 2 experts in dental and primary care and pharmacology. A librarian specializing in SRs reviewed the search strategy. For dental conditions the search terms were adjusted from the study by Haag et al (14).

The applied search strategy we used for PubMed is as follows:

```
("Dental Caries"[Mesh] OR "Periodontal Diseases"[Mesh] OR "Mouth, Edentulous"[Mesh]
OR ((tooth[tiab] OR teeth[tiab] OR dental) AND (caries[tiab] OR carious[tiab]
OR decay*[tiab] OR lesion*[tiab]))
OR "root caries"[tiab] OR "root decay"[tiab] OR "DMF Index"[tiab] OR
"DMFT"[tiab] OR "DMFS"[tiab]
OR periodontal disease*[tiab] OR periodontitis[tiab] OR periodontal
pocket*[tiab] OR periodontology[tiab]
OR "periodontal therapy"[tiab] OR periodontal treatment*[tiab] OR "period-
ontics"[tiab] OR "tooth loss"[tiab]
OR "number of teeth"[tiab] OR "shortened dental arch"[tiab] OR "functional
dentition"[tiab] OR edentul*[tiab]
OR "missing teeth"[tiab] OR "missing tooth"[tiab] OR prosthodontics[tiab])
AND ("Chronic Disease"[Mesh] OR "Disease Progression"[Mesh] OR "Cardio-
vascular Diseases"[Mesh]
OR "Diabetes Mellitus"[Mesh] OR "Lung Diseases, Obstructive"[Mesh] OR
"Pneumonia"[Mesh]
OR "Arthritis, Rheumatoid"[Mesh] OR ((disease[tiab] OR diseases[tiab] OR
condition[tiab]
OR illness[tiab] OR ill[tiab] OR diseased[tiab]) AND (chronic[tiab] OR chronic-
ally[tiab]
OR systemic[tiab] OR cardiovascular[tiab] OR cerebrovascular[tiab])) OR
"diabetes mellitus"[tiab]
```

OR "glycemic control"[tiab] OR diabetes[tiab] OR hyperglycemia[tiab] OR stroke[tiab] OR "cerebral ischemia"[tiab]
OR bronchitis[tiab] OR "pulmonary disease"[tiab] OR pneumonia[tiab] OR "rheumatoid arthritis"[tiab] OR Aspiration[tiab])
AND systematic[sb]
NOT ("animals"[Mesh] NOT "humans"[Mesh])

The search strategy was adapted for the searches in Embase, Cochrane, and LILACS. More details can be found here: <https://doi.org/10.11588/data/ORTPJN>.

Because of the multiple existing definitions for periodontitis, the search strategy was developed liberally to include a broad definition of periodontal disease. In addition, chronic diseases were addressed under various definitions (15). We used the term to refer to the definition by the World Health Organization (WHO): "Non-communicable diseases . . . also known as chronic diseases, are not passed from person to person. They are of long duration and generally slow progression" (16). To further refine the search and include results on specific chronic diseases, diabetes (ICD-10: E10-E14), cardiovascular disease (CVD) (ICD-10: I20-I25), and chronic respiratory diseases (ICD-10: J40-J47) were prioritized as highly prevalent chronic conditions (9). Additionally (in their initial and moderate phase), they can be primarily detected and comprehensively managed in primary care.

A comprehensive literature search was performed on the PubMed, Embase, Cochrane, and LILACS databases in October 2017, including articles published up to 2017. EndNote version X8.1 was used for reference management (Clarivate Analytics). Duplicate references were excluded before article assessment. Two reviewers (M.S. and M.vdZ.) screened the title and abstract of all articles independently, excluding all records that did not meet the inclusion criteria. Based on the results of title and abstract screening, the inclusion criteria for the full-text screening were extended for the 10 chronic systemic diseases with the highest burden of disease. Those were defined as diseases that cause the most combined death and disability in Germany (9): ischemic heart disease, low back and neck pain, sensory organ diseases, cerebrovascular disease, lung cancer, Alzheimer disease, skin diseases, diabetes, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and migraine. The full text for all remaining articles was retrieved where available. In a second round, the articles were assessed by full text, using the adapted inclusion and exclusion criteria. Differences in assessment were discussed by the 2 reviewers, and in case of disagreements, a third reviewer (S.L.) made the final decision to include or exclude the article. The data from the remaining full-text articles were then extracted and the quality of the articles assessed.

Study selection

After the database searches were conducted, all potential articles were aggregated in EndNote. The articles were screened by title and abstract for relevance. To ascertain interrater reliability, a calibration between the reviewers was conducted. The decision for inclusion or exclusion by both reviewers was compared for the first 100 screened articles and agreement was calculated by means of the Kappa value (17). Discrepancies were solved by an open discussion between the reviewers. If no consent could be reached, the third reviewer (S.L.) made the final decision.

Study inclusion criteria were 1) must be published in English; 2) must be an SR, a meta-analysis, or an umbrella review; 3) must be on patients with one of the predefined dental conditions (periodontitis, dental caries, or tooth loss) and a chronic systemic disease; and 4) must report on the link between the diseases. Studies were excluded if they 1) did not meet the inclusion criteria; 2) reported exclusively on children or animals; 3) did not report precisely the underlying search strategy; 4) contained no clear criteria for inclusion and exclusion of articles; 5) had not searched multiple databases; 6) did not include original studies; 7) reported on the same study as another included systematic review; 8) were included in another study that was already included; and 9) reported exclusively on a) a confounder and a dental condition but not a chronic systemic disease or b) a confounder and a chronic systemic disease but not a dental condition. The complete list of articles excluded in the full text screening, with reason for exclusion, can be found here: <https://doi.org/10.11588/data/ORTPJN>.

Data extraction

The data from the articles included for qualitative synthesis were independently extracted by the 2 reviewers by using a standardized data collection form. Quantitative synthesis was not possible, because the included systematic reviews reported on correlations between various combinations of diseases. The 2 reviewers independently assessed the methodologic quality of the identified studies using the AMSTAR 11-point checklist (18), a measurement tool for assessing the quality of reporting of systematic reviews. Studies were designated as low quality if they met 0 to 3 criteria, moderate quality if they met 4 to 7 criteria, and high quality if they met 8 to 10 criteria. Discrepancies were discussed between the reviewers until agreement was reached on all items (Table 1). After this, the remaining articles were assessed.

Results

The search strategy was applied on the literature databases PubMed, Embase, Cochrane, and LILACS. We initially identified 1,249 articles; 992 remained after duplicates were removed.

Based on ratings of the 100 first-screened articles, there was good interrater reliability between the 2 reviewers ($\kappa = 0.74$). During title and abstract screening, 725 articles were excluded. The remaining 267 articles were evaluated for eligibility in a full-text assessment, and 235 were excluded (Figure 1). Thirty-two studies met the inclusion criteria and were included in the qualitative synthesis (Table 2).

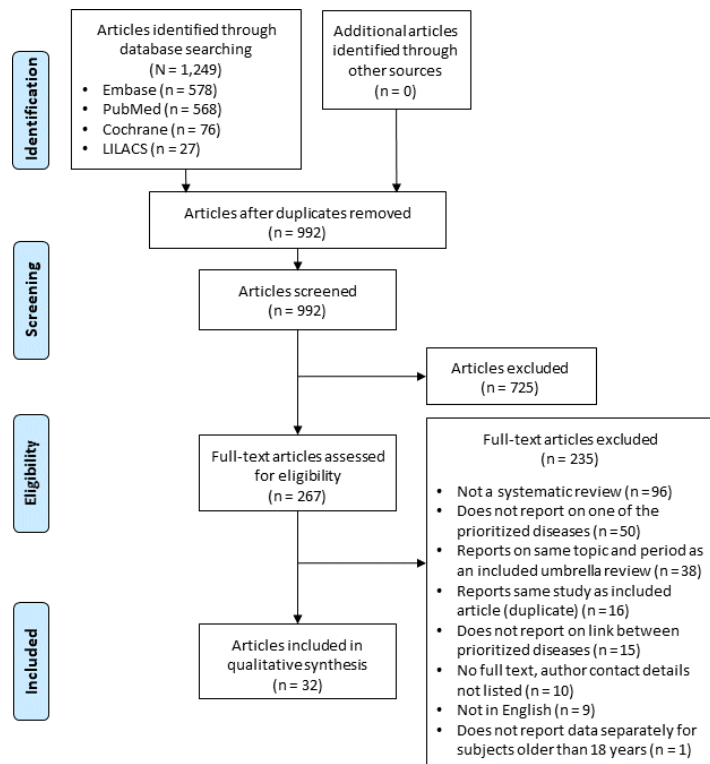


Figure 1. Flow diagram showing exclusion and inclusion process during the literature review based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) system. Articles were screened for an umbrella review of systematic reviews published between 1995 and 2017 on correlation between prevalent dental conditions and chronic diseases in Germany.

Methodologic quality of systematic reviews

The quality of all SRs included in the qualitative synthesis was assessed using the 11-point AMSTAR checklist (Table 1). In our assessment, SRs met between 3 and 10 of the possible 11 criteria (median = 6). No review complied with all 11 points of the tool.

Criterion 3 (“Was a comprehensive literature search performed?” [n = 32]) and criterion 6 (“Were the characteristics of the included studies provided?” [n = 31]) were met by nearly every SR. Criterion 11 (“Was the conflict of interest included?” [n = 5]) was rarely met. Criterion 7 (“Was the scientific quality of the included

studies assessed and documented?” [n = 23]) and criterion 10 (“Was the likelihood of publication bias assessed?” [n = 12]) were fulfilled by many of the studies. Two studies were determined to be low quality, 26 studies were moderate quality, and 4 studies were high quality.

Characteristics of included SRs

The primary studies included in the SRs were conducted between 1995 (24) and May 2017 (21) (Table 2). The included SRs varied in diverse aspects. Multiple primary studies, including randomized controlled trials (RCTs) (14,15), case-control studies (CCSs) (22,23), cross-sectional studies (22,23), cohort studies (22), clinical trials (25), observational studies (32), mixed-method studies (32), pilot studies (41), and population surveys (41) were examined. The primary studies differed by study population, from 303 participants in an RCT (37) to 1,025,340 subjects in a CCS (39). They also differed by location; studies were conducted in Europe (Austria, Belgium, France, Germany, Greece, Italy, Norway, Poland, Portugal, Spain, Sweden), North America (United States), South America (Brazil), and Asia (China, Iran, Japan, Saudi Arabia, South Korea, Taiwan).

Fifteen different disease combinations were examined in the included SRs (Table 3). Multiple studies reported on common risk factors that can have a progressive effect on dental and chronic systemic conditions. The most frequently mentioned were smoking (21,23,35,36,39,41,43,44,46–48,50), age (23,35,36,39,41,43,47), sex (35,36,39,41,43), and body mass index (BMI) or overweight (35,36,39,44,46).

In addition to reporting on common risk factors, multiple studies reported on chronic systemic diseases increasing the risk of developing a dental condition and vice versa. D’Aiuto et al (26) reported strong evidence for T2DM being a risk factor for periodontal diseases. Leng et al (36) reported that patients with a periodontal disease have a significantly increased risk for developing coronary heart disease, and patients with periodontitis have an elevated risk for myocardial infarction (47). Multiple studies reported on associations between cerebrovascular diseases (eg, stroke) and dental conditions. For example, Lafon et al (33) reported that the risk of ischemic or hemorrhagic stroke was higher for people with periodontitis (estimated adjusted risk, 1.63 [95% confidence interval (CI), 1.25–2.00]) and that tooth loss is a significant risk factor for stroke (estimated adjusted risk, 1.39 [95% CI, 1.13–1.65]). Likewise, Leira et al (35) found that the risk of cerebral ischemia was higher in subjects with periodontitis (relative risk, 2.88 [95% CI, 1.53–5.41]), suggesting a positive association between ischemic stroke and the prevalence of periodontitis. Another study reported that periodontal disease significantly increases the risk of COPD (49).

Summary of the systematic reviews

The studies included in the analysis reported on 107 correlations between dental conditions and chronic systemic diseases. Among the 32 SRs included in the qualitative synthesis, 6 were umbrella reviews. These 6 umbrella reviews incorporated 98 SRs, but 2 of the umbrella reviews investigated multiple disease correlations, not all of which met the inclusion criteria of this review. Therefore, in the analysis of disease correlations, 107 SRs were included.

The most frequently observed dental condition that was correlated with chronic systemic diseases was periodontitis (n = 88). Links between tooth loss and chronic systemic diseases (n = 11) and dental caries with chronic systemic diseases (n = 8) were observed less often.

In terms of chronic systemic diseases, most correlations with dental conditions were identified for T2DM (n = 51) and CVD (n = 41). Less frequently observed were correlations with cerebrovascular disease (n = 8), COPD (n = 3), dementia (n = 2), psoriasis (n = 1), and lung cancer (n = 1).

Most disease correlations were found for periodontitis with T2DM (n = 46) (19–21,24,26,29,30,38,40) and periodontitis with CVD (n = 33) (23,27,28,31,34,36,37,39,41–44,47,48). This was followed by SRs indicating correlations of tooth loss with CVD (n = 6) (28), periodontitis with cerebrovascular disease (n = 4) (25,28,32,35), and dental caries with T2DM (n = 4) (26). For the remaining diseases, between 0 and 2 correlations were observed.

The results of the data extraction showed that the included SRs indicated that there was an absence of causal evidence between the reported diseases. This was reported for correlations of CVD with periodontitis (42,48) and cerebrovascular disease with dental caries (29). None of the included SRs, which reported on links between periodontitis and diabetes mellitus, reported to have specifically investigated about causal inference concerning the examined diseases (Figure 2).

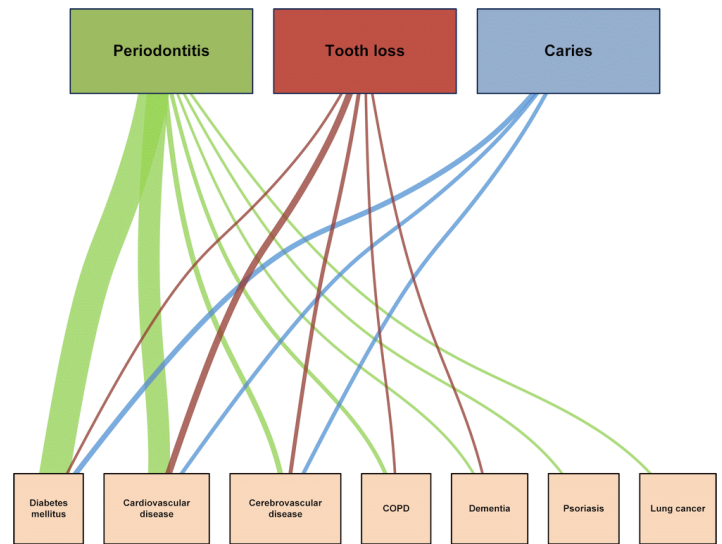


Figure 2. Illustration of the number of identified systematic reviews that showed disease correlations, umbrella review of systematic reviews published between 1995 and 2017 on correlation between prevalent dental conditions and chronic diseases in Germany. Width of lines illustrates the number of systematic reviews that report on the disease combinations. Abbreviation: COPD, chronic obstructive pulmonary disease.

Discussion

In our umbrella review, we found that of all the interrelationships between dental conditions and chronic systemic diseases described in the included systematic reviews, periodontitis was the dental condition with the most reported correlations to chronic systemic diseases and T2DM was the chronic condition for which most correlations to dental conditions were found. The most frequently reported correlations were 1) periodontitis with T2DM and 2) periodontitis with CVD.

The identified correlations should be carefully considered in the care provided to multimorbid patients with combinations of dental conditions and chronic systemic diseases. These patients may potentially benefit from an increased sensibility and awareness of practitioners for disease correlations, the potential for earlier diagnosis, and better coordination of the attending physicians. In this context, our findings can support practitioners by highlighting correlating diseases through common risk factors (eg, smoking) and disease indicators (eg, high hemoglobin A1c). For example, dentists treating patients with difficulties in controlling chronic periodontitis should consider the possibility of correlating chronic systemic conditions that worsen recovery and accelerate recurrence, such as T2DM. By coordinating the treatment with the attending physician or diabetes specialist, treatment and control of both correlating diseases can be improved. Better integration of diabetes

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

and periodontal care has also been highlighted in international medical guidelines (52,53). Further improvement of intersectoral care necessitates that both dentist and general practitioner are sufficiently aware of existing correlations between dental conditions and chronic systemic diseases and how these correlations may influence treatments. For the treatment of diseases that are linked but treated by separate groups of health care professionals, communication, information exchange, and decision support can contribute to greater quality of care. At the same time, unnecessary medical interventions should be avoided if there is no solid evidence base supporting a possible benefit for the patient.

As for the correlation of periodontitis with T2DM, our findings indicate substantial evidence. In addition, the included studies suggest that the treatment of periodontitis may improve the glycemic regulation of T2DM patients (19,20,24,26,29,30). Although the association between periodontitis and T2DM was most frequently studied among the included SRs, the SRs did not report to have specifically investigated about causal inference concerning the relationship between both diseases. Conversely, all SRs that investigated causality between dental conditions and other chronic diseases reported congruently about insufficient evidence to determine causality. As a result, we could not ultimately confirm that the identified relationships are causal.

For 2 disease correlations, periodontitis with T2DM and periodontitis with CVD, the existence of a correlation could be confirmed by multiple SRs. In case of other disease correlations (tooth loss with CVD, dental caries with DM, and periodontitis with cerebrovascular disease), evidence was present for only a few reviews ($n = 4-6$). There was evidence of a correlation for the remaining conditions, although it was limited ($n = 1-2$), and the existing evidence is still unclear. Regardless of the level of evidence for any of the correlations, the conclusiveness of currently existing evidence often remains vague. In some cases, studies contradicted or differed from each other with regard to the assessment.

When assessing potential causal pathways between dental conditions and chronic systemic diseases, common risk factors play an important role. They can have a direct or indirect impact on multiple disease entities. The SRs frequently reported common risk factors for dental and chronic systemic conditions, including smoking, age, sex, and BMI/overweight. A study by Sheiham and Watt (54) reported additionally about diet, hygiene, alcohol use, stress, and trauma as important common risk factors. Because common risk factors increase the possibility of further diseases in chronically ill patients, they can be used as indicators for the development or presence of another related disease. Raising health care practitioners' awareness of this issue may improve the prevention and early detection of comorbidities for chronically ill patients. In the context of intersectoral patient care, common risk

factors should be considered to identify patients who should be referred to another specialist to verify a suspected comorbidity. Patients with comorbidities in particular could benefit from a better cooperation and coordination among the attending practitioners in various disciplines (7).

The study has several limitations. First, because of the heterogeneous quality of the included SRs, the evidence on links between chronic systemic and dental conditions should be interpreted with caution. However, to counteract the risk of bias by including heterogeneous and low-quality SRs, we assessed the quality of the reviews with the AMSTAR (18) tool, and the evaluation showed that the heterogeneity was moderate: 2 reviews were low quality, 26 were moderate quality, and 4 were high quality. In addition, the large number of included studies necessitated a more general overview than would be possible in a study focusing on specific diseases. However, this umbrella review was designed to summarize existing knowledge for links between dental conditions and chronic systemic diseases from a broad perspective. Because we used a broad search strategy, our search may not have identified studies using definitions that are not common in literature. In order not to miss any relevant SR or disease in spite of the broad search strategy, we included the most commonly used terms for each of the focused diseases, including key terms and categorizations used in each database. Medical terms that are often hidden under various classifications and definitions (eg, periodontitis [55]: chronic periodontitis, periodontosis, aggressive periodontitis, periodontal disease) were included, and the search was checked by 2 experts to ensure that all relevant terms were included.

Second, the included SRs documented various disease correlations, including different types of studies, populations, interventions, and outcomes. This, and differences in the research questions of the included SRs, restricted the comparability of our results. This showcases a high degree of heterogeneity in the literature on chronic-dental disease links. For example, numerous definitions and biomarkers for periodontitis have been used in the literature, and this may affect any overview of studies reporting on correlations between periodontal and chronic systemic diseases. Third, given the variety of chronic systemic diseases and the specific context for which this study was conducted, we prioritized chronic systemic diseases according to the prevalence of disease in Germany. Therefore, our findings may not be generalizable to other settings or contexts. We set this priority because the ultimate objective of this project (8) is to apply our findings to German routine care and to improve multimorbid patient care by general practitioners and dentists. But because the burden of disease in Germany is similar to that of other Western European countries (10) and because the consideration and treatment of patients with

dental conditions and general diseases is analogous worldwide, our findings are more broadly transferable.

Despite the limitations, to our knowledge our study is the first that provides a systematic and comprehensive overview and quality assessment of the evidence on correlations between highly prevalent dental conditions and chronic diseases, as reported in previously published SRs. Given the worldwide high prevalence and incidence of dental conditions and increasing co-occurrence with chronic systemic diseases, our findings are relevant and raise awareness for potential opportunities of better integrating medical and dental care.

Future research direction

The presented overview of correlations between dental conditions and chronic systemic diseases could be used as a guide to prioritize future studies on disease interdependencies, with particular attention being given to making causal inference. Focus should be set on the identification of the best-substantiated correlations and gaps in the study of disease correlations. To reduce uncertainties and to adequately raise awareness for disease correlations, it is important to provide health care practitioners and patients with information about the extent to which there is decisive evidence with respect to (potentially) causal disease links. For this purpose, clinical guidelines for intersectoral care could improve patient care. Yet, in the absence of robust and decisive evidence, guideline development continues to be highly challenging. In addition, even when guidelines can be developed, serious concerns have been raised about the persistence of “implementation gaps” (7,56). To promote the development of intersectoral guidelines and provide practitioners with fundamental knowledge about disease correlations, research should focus on the underlying causes and extent of disease relationships. Furthermore, it should be assessed how and to what extent interventions can support the treatment and prevention of correlating diseases. Research into the causality underlying disease correlations is an important basis for guiding interdisciplinary collaboration and development of guidelines.

Not least, another promising opportunity to improve the translation from knowledge into action is the development of electronic decision support systems, such as the initiatives conducted by the Agency for Healthcare Research and Quality (57). Thereby, to promote joint considerations of practitioners who treat patients with comorbid conditions, it is also important to decipher the role of common risk factors, which may serve as early markers to initiate pathways of intersectoral care.

Conclusion

This review contributes to the literature by comprehensively summarizing the evidence, identifying and evaluating the most fre-

quently reported disease correlations and common risk factors, and aggregating the information to provide information about the extent to which there is decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes. The most frequently reported correlations were found for periodontitis with diabetes mellitus type 2 and for periodontitis with cardiovascular disease. Associated common risk factors were smoking, age, sex and overweight. Correlations between dental and chronic systemic diseases have frequently been reported but the existing evidence remains unclear with respect to causal inference. Future research should therefore focus on the causality of disease links in order to provide more decisive evidence with respect to the design of intersectoral care processes. More decisive evidence would also be relevant for future prioritization in the design of intersectoral care processes and the development of electronic decision support systems.

Acknowledgments

Grant support for this project was provided by the Federal Joint Committee (G-BA) Innovation Fund, grant agreement no. 01VSF16052. This review was conducted as part of the Dent@Prevent project. Consortium members of the Dent@Prevent project have included Andreas Bartols, Joachim Bentz, Katja Blaschke, Joachim Fessler, Petra Knaup-Gregori, Christian Haux, Martin Hellmich, Olivier Kalmus, Stefan Listl, Bernt-Peter Robra, Christina Samel, Tanja Schamma, Ingrid Schubert, Max W. Seitz, Kirsten Smits, Jochen Walker, Winfried Walther, Marieke M. van der Zande. We thank all contributors to the Dent@Prevent project. No copyrighted materials/surveys/instruments/tools were used in our study.

M. W. Seitz and M. van der Zande contributed to conception, design, data acquisition, analysis, and interpretation, and drafted and critically revised the manuscript. A. Bartols, I. Schubert, K. Blaschke, and C. Haux contributed to design and interpretation and critically revised the manuscript. S. Listl contributed to conception, design, and interpretation and critically revised the manuscript. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Author Information

Corresponding Author: Max W. Seitz, Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Marsilius-Arkaden Turm West, Im Neuenheimer Feld 130.3, D-69120 Heidelberg, Germany. Telephone: 011-49-6221-56-7368. E-mail: max.seitz@med.uni-heidelberg.de.

Author Affiliations: ¹University of Heidelberg, Institute of Medical Biometry and Informatics, Heidelberg, Germany.

²Section for Translational Health Economics, Department of Conservative Dentistry, Heidelberg University, Heidelberg, Germany. ³Radboud University Medical Center, Radboud Institute for Health Sciences, Department of Dentistry — Quality and Safety of Oral Healthcare, Nijmegen, The Netherlands. ⁴Dental Academy for Continuing Professional Development, Karlsruhe, Germany. ⁵Christian-Albrechts-University Kiel, Clinic for Conservative Dentistry and Periodontology, Kiel, Germany. ⁶PMV Research Group, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, University of Cologne, Cologne, Germany.

References

1. Wang H, Naghavi M, Allen C, Barber RM, Bhutta ZA, Carter A, et al.; GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388(10053):1459–544.
2. Salomon JA, Wang H, Freeman MK, Vos T, Flaxman AD, Lopez AD, et al. Healthy life expectancy for 187 countries, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2144–62.
3. Wagner EH, Austin BT, Von Korff M. Organizing care for patients with chronic illness. *Milbank Q* 1996;74(4):511–44.
4. van den Akker M, Buntinx F, Metsemakers JF, Roos S, Knottnerus JA. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. *J Clin Epidemiol* 1998;51(5):367–75.
5. DuGoff EH, Canudas-Romo V, Buttorff C, Leff B, Anderson GF. Multiple chronic conditions and life expectancy: a life table analysis. *Med Care* 2014;52(8):688–94.
6. Linden GJ, Lyons A, Scannapieco FA. Periodontal systemic associations: review of the evidence. *J Clin Periodontol* 2013; 40(Suppl 14):S8–19.
7. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003;31(Suppl 1):3–23.
8. Haux C, Listl S, Ganzinger M, Schubert I, Knaup P. Towards an evidence-informed and patient centered decision support system for intersectoral care; 2017.
9. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global burden of disease; 2016. <http://www.healthdata.org/germany>. Accessed February 10, 2018.
10. Plass D, Vos T, Hornberg C, Scheidt-Nave C, Zeeb H, Krämer A. Trends in disease burden in Germany: results, implications and limitations of the Global Burden of Disease study. *Dtsch Arztebl Int* 2014;111(38):629–38.
11. Schardt C, Adams MB, Owens T, Keitz S, Fontelo P. Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Med Inform Decis Mak* 2007;7(1):16.
12. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, Flaxman A, Naghavi M, Lopez A, et al. Global burden of oral conditions in 1990-2010: a systematic analysis. *J Dent Res* 2013;92(7):592–7.
13. Petersen PE, Ogawa H. The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontol* 2000 2012;60(1):15–39.
14. Haag DG, Peres KG, Balasubramanian M, Brennan DS. Oral conditions and health-related quality of life: a systematic review. *J Dent Res* 2017;96(8):864–74.
15. Bernell S, Howard SW. Use your words carefully: what is a chronic disease? *Front Public Health* 2016;4:159.
16. World Health Organization. Noncommunicable diseases; 2016. http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/en/. Accessed January 20, 2018.
17. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)* 2012;22(3):276–82.
18. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol* 2007;7(1):10.
19. Abduljabbar T, Javed F, Shah A, Samer MS, Vohra F, Akram Z. Role of lasers as an adjunct to scaling and root planing in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Lasers Med Sci* 2017;32(2):449–59.
20. Abduljabbar T, Vohra F, Javed F, Akram Z. Antimicrobial photodynamic therapy adjuvant to non-surgical periodontal therapy in patients with diabetes mellitus: a meta-analysis. *Photodiagn Photodyn Ther* 2017;17:138–46.
21. Al-Hamoudi N. Is antimicrobial photodynamic therapy an effective treatment for chronic periodontitis in diabetes mellitus and cigarette smokers: a systematic review and meta-analysis. *Photodiagn Photodyn Ther* 2017;19:375–82.
22. Azarpazhooh A, Leake JL. Systematic review of the association between respiratory diseases and oral health. *J Periodontol* 2006;77(9):1465–82.
23. Batista RM, Zandonade E, Roelke LH, Emmerich AO, Rosetti EP, Molina MC, et al. Association between periodontal disease and subclinic atherosclerosis: a systematic review. [Associação entre doença periodontal e aterosclerose subclínica: Uma revisão sistemática.]. *J Vasc Bras* 2011;10(3):229–38.

24. Botero JE, Rodríguez C, Agudelo-Suarez AA. Periodontal treatment and glycemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review. *Aust Dent J* 2016; 61(2):134–48.
25. Dai R, Lam OL, Lo EC, Li LS, Wen Y, McGrath C. A systematic review and meta-analysis of clinical, microbiological, and behavioural aspects of oral health among patients with stroke. *J Dent* 2015;43(2):171–80.
26. D’Aiuto F, Gable D, Syed Z, Allen Y, Wanyonyi KL, White S, et al. Evidence summary: the relationship between oral diseases and diabetes. *Br Dent J* 2017;222(12):944–8.
27. D’Aiuto F, Orlandi M, Gunsolley JC. Evidence that periodontal treatment improves biomarkers and CVD outcomes. *J Periodontol* 2013;84(4Suppl):S85–105.
28. Dietrich T, Webb I, Stenhouse L, Pattni A, Ready D, Wanyonyi KL, et al. Evidence summary: the relationship between oral and cardiovascular disease. *Br Dent J* 2017; 222(5):381–5.
29. Faggion CM Jr, Cullinan MP, Atieh M. An overview of systematic reviews on the effectiveness of periodontal treatment to improve glycemic control. *J Periodontal Res* 2016; 51(6):716–25.
30. Hasuie A, Iguchi S, Suzuki D, Kawano E, Sato S. Systematic review and assessment of systematic reviews examining the effect of periodontal treatment on glycemic control in patients with diabetes. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017; 22(2):e167–76.
31. Kelly JT, Avila-Ortiz G, Allareddy V, Johnson GK, Elangovan S. The association between periodontitis and coronary heart disease: a quality assessment of systematic reviews. *J Am Dent Assoc* 2013;144(4):371–9.
32. Kothari M, Pillai RS, Kothari SF, Spin-Neto R, Kumar A, Nielsen JF. Oral health status in patients with acquired brain injury: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2017;123(2):205–219.e207.
33. Lafon A, Pereira B, Dufour T, Rigouby V, Giroud M, Béjot Y, et al. Periodontal disease and stroke: a meta-analysis of cohort studies. *Eur J Neurol* 2014;21(9):1155–61, e66–7.
34. Lam OLT, Zhang W, Samaranayake LP, Li LSW, McGrath C. A systematic review of the effectiveness of oral health promotion activities among patients with cardiovascular disease. *Int J Cardiol* 2011;151(3):261–7.
35. Leira Y, Seoane J, Blanco M, Rodríguez-Yáñez M, Takkouche B, Blanco J, et al. Association between periodontitis and ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 2017;32(1):43–53.
36. Leng WD, Zeng XT, Kwong JSW, Hua XP. Periodontal disease and risk of coronary heart disease: an updated meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cardiol* 2015; 201:469–72.
37. Li C, Lv Z, Shi Z, Zhu Y, Wu Y, Li L, et al. Periodontal therapy for the management of cardiovascular disease in patients with chronic periodontitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;(8):CD009197.
38. Lira R, Santos CM, Oliveira BH, Fischer RG, Santos A. Effects on HbA1c in diabetic patients of adjunctive use of systemic antibiotics in nonsurgical periodontal treatment: a systematic review. *J Dent* 2017;66:1–7.
39. Martin-Cabezas R, Seelam N, Petit C, Agossa K, Gaertner S, Tenenbaum H, et al. Association between periodontitis and arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J* 2016;180:98–112.
40. Mauri-Obradors E, Estrugo-Devesa A, Jané-Salas E, Viñas M, López-López J. Oral manifestations of Diabetes Mellitus. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017; 22(5):e586–94.
41. Orlandi M, Suvan J, Petrie A, Donos N, Masi S, Hingorani A, et al. Association between periodontal disease and its treatment, flow-mediated dilatation and carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis* 2014;236(1):39–46.
42. Sanchez P, Everett B, Salamonson Y, Ajwani S, George A. Oral healthcare and cardiovascular disease: a scoping review of current strategies and implications for nurses. *J Cardiovasc Nurs* 2017;32(3):E10–20.
43. Schmitt A, Carra MC, Boutouyrie P, Bouchard P. Periodontitis and arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2015;42(11):977–87.
44. Teeuw WJ, Slot DE, Susanto H, Gerdes VE, Abbas F, D’Aiuto F, et al. Treatment of periodontitis improves the atherosclerotic profile: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2014;41(1):70–9.
45. Tonsekar PP, Jiang SS, Yue G. Periodontal disease, tooth loss and dementia: Is there a link? A systematic review. *Gerodontology* 2017;34(2):151–63.
46. Ungprasert P, Wijarnpreecha K, Wetter DA. Periodontitis and risk of psoriasis: a systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2017;31(5):857–62.
47. Xu S, Song M, Xiong Y, Liu X, He Y, Qin Z. The association between periodontal disease and the risk of myocardial infarction: a pooled analysis of observational studies. *BMC Cardiovasc Disord* 2017;17(1):50.
48. Zeng XT, Leng WD, Lam YY, Yan BP, Wei XM, Weng H, et al. Periodontal disease and carotid atherosclerosis: a meta-analysis of 17,330 participants. *Int J Cardiol* 2016; 203:1044–51.
49. Zeng XT, Tu ML, Liu DY, Zheng D, Zhang J, Leng W. Periodontal disease and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis of observational studies. *PLoS One* 2012;7(10):e46508.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors’ affiliated institutions.

50. Zeng XT, Xia LY, Zhang YG, Li S, Leng WD, Kwong JS. Periodontal disease and incident lung cancer risk: a meta-analysis of cohort studies. *J Periodontol* 2016;87(10):1158–64.
51. Glennly AM, Esposito M, Coulthard P, Worthington HV. The assessment of systematic reviews in dentistry. *Eur J Oral Sci* 2003;111(2):85–92.
52. IDF Clinical Guidelines Task Force. *IDF Guideline on oral health for people with diabetes*. Brussels: International Diabetes Federation; 2009.
53. Sanz M, Ceriello A, Buysschaert M, Chapple I, Demmer RT, Graziani F, et al. Scientific evidence on the links between periodontal diseases and diabetes: consensus report and guidelines of the joint workshop on periodontal diseases and diabetes by the International diabetes Federation and the European Federation of Periodontology. *Diabetes Res Clin Pract* 2018;137:231–41.
54. Sheiham A, Watt RG. The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000;28(6):399–406.
55. Savage A, Eaton KA, Moles DR, Needleman I. A systematic review of definitions of periodontitis and methods that have been used to identify this disease. *J Clin Periodontol* 2009; 36(6):458–67.
56. Sippli K, Rieger MA, Huettig F. GPs' and dentists' experiences and expectations of interprofessional collaboration: findings from a qualitative study in Germany. *BMC Health Serv Res* 2017;17(1):179.
57. Agency for Healthcare Research and Quality. *Advancing excellence in health care. Global burden of disease; 2018.* <https://cde.ahrq.gov/>. Accessed May 14, 2018.

Tables

Table 1. Results of the Quality Assessment for Included Systematic Reviews Using AMSTAR Checklist, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study (year)	1. A Priori Design	2. Duplicate Selection	3. Literature Search	4. Status of Publication	5. List of Studies	6. Characteristics of Studies	7. Quality of Studies	8. Scientific Quality	9. Appropriate Methods	10. Likelihood of Bias	11. Conflict of Interest	Score
Abduljabbar, Javed et al (2017) (19)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	7
Abduljabbar, Vohra et al (2017) (20)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
Al-Hamoudi (2017) (21)	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4
Azarpazhoo and Leake (2006) (22)	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4
Batista et al (2011) (23)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
Botero et al (2016) (24)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	9
Dai et al (2015) (25)	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7
D'Aiuto et al (2017) (26)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
D'Aiuto et al (2013) (27)	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	5
Dietrich et al (2017) (28)	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
Faggion et al (2016) (29)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
Hasuike et al (2017) (30)	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	7
Kelly et al (2013) (31)	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	7
Kothari et al (2017) (32)	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5
Lafon et al (2014) (33)	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	5
Lam et al (2011) (34)	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Leira et al (2017) (35)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	7
Leng et al (2015) (36)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Li et al (2014) (37)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
Lira et al (2017) (38)	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
Martin-Cabezas et al (2016) (39)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
Mauri-Obradors et al (2017) (40)	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
Orlandi et al (2014) (41)	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7
Sanchez et al (2017) (42)	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Schmitt et al (2015) (43)	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7
Teeuw et al (2014) (44)	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	5
Tonsekar et al (2017) (45)	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6
Ungprasert et al (2017) (46)	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	7

Abbreviation: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 1. Results of the Quality Assessment for Included Systematic Reviews Using AMSTAR Checklist, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study (year)	1. A Priori Design	2. Duplicate Selection	3. Literature Search	4. Status of Publication	5. List of Studies	6. Characteristics of Studies	7. Quality of Studies	8. Scientific Quality	9. Appropriate Methods	10. Likelihood of Bias	11. Conflict of Interest	Score
Xu et al (2017) (47)	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	6
Zeng, Leng et al (2016) (48)	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6
Zeng et al (2012) (49)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Zeng, Xia et al (2016) (50)	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6

Abbreviation: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
Abdul-jabbar, Javed et al (2017) (19)	Up to March 2016	RCTs	6 Studies, 18–64 patients per study	T2DM	Chronic periodontitis	Laser therapy or antimicrobial photodynamic therapy after SRP	Clinical periodontal outcomes and glycemic outcomes	NA	Jadad	LT alone or aPDT showed significant improvement in the clinical periodontal parameters and glycemic levels in T2DM patients. Future RCTs are warranted to confirm these findings.
Abdul-jabbar, Vohra et al (2017) (20)	Up to October 2016	RCTs	4 Studies, 53–75 patients per study	DM	Chronic periodontitis	aPDT plus SRP/control SRP only	Clinical periodontal outcomes and glycemic outcomes	NA	Jadad	aPDT improved clinical periodontal and glycemic parameters in DM patients. When compared with SRP alone, none of the studies showed additional benefits of aPDT.
Al-Hamoudi (2017) (21)	Up to May 2017	RCTs	6 Studies in Brazil and Saudi Arabia. Number of participants, 20–30; 4 studies of patients with T2DM, 3 studies with cigarette smokers	T2DM	Chronic periodontitis	SRP plus aPDT, (control SRP only)	Clinical (PD reduction and CAL gain): microbiological (bacterial count) and immunological (cytokine profile) outcomes	Smoking	Modified Jadad quality scale for reporting randomized controlled trials	SRP plus aPDT improved clinical periodontal and immunological parameters in T2DM and cigarette smokers, no benefits of aPDT compared with SRP alone.
Azarpazhooh and Leake (2006) (22)	Up to July 2005	Case-control and cross-sectional for COPD	Periodontal disease and COPD: 2 cross-sectional studies and 2 case-control studies; 46 to 13,792 participants	COPD	Periodontal disease, tooth loss (dentulous and edentulous patients): dental plaque	Tooth brushing, decontamination/rinsing	Risk of pneumonia/risk of COPD	NA	NA	Fair evidence of an association of pneumonia with oral health, poor evidence supporting a weak association (OR <2.0) between COPD and oral health, good evidence (I, grade A recommendation) that oropharyngeal decontamination with different antimicrobial interventions reduces the progression or occurrence of respiratory diseases.
Batista et al (2011) (23)	Up to May 2010	Longitudinal, cross-sectional, and case-control studies, measuring PD and	Longitudinal, cross-sectional, and case-control studies, measuring PD and athero-	Atherosclerosis	Periodontal disease: measures not standardized	NA	Intima-media thickness (atherosclerosis measure)	See Table 3 per study, no confounders assessed	NA	Although most studies reviewed found a positive association between PD and atherosclerosis, methodological limitations raise doubts on the validity. All included

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		atherosclerosis clinically	sclerosis clinically					in all studies (mostly age and smoking)		studies found a significant association.
Botero et al (2016) (24)	1995 to July 2015	Systematic reviews, with or without meta-analyses	13 Systematic reviews, ranging from 2 studies with 143 participants to 35 studies with 2,565 participants (mostly included RCTs, some also non-RCTs)	DM type 1 and T2DM	Periodontitis	Nonsurgical periodontal treatment, with/without antibiotics (2 studies, flap surgery)	Glycemic control: HbA1c or fasting glucose levels	NA	AMSTAR	Periodontal treatment could help improve glycemic control in patients with T2DM and periodontitis (10/12 systematic reviews with meta-analysis). Whether reduction in HbA1c values (0.23 to 1.03 percentage points) is significant for T2DM treatment and control is unclear. Impact of PT in patients with type 1 diabetes and adjunctive antimicrobials is inconclusive. Eight Reviews were of high quality, 5 moderate, 1 low. Three reviews had low risk of bias, 6 were unclear, and 5 high.
Dai et al (2015) (25)	Up to November 2013	Observational studies (clinical trials were excluded)	23 Observational studies: 6 tooth loss, 4 caries, 3 oral hygiene, 4 periodontal health, with 20–706 patients per study	Stroke	Tooth loss, periodontitis, caries experience	NA	Oral health outcomes and oral health-related behaviors	Oral health behaviors	MORE	Poorer oral health status among patients with a stroke diagnosis compared with healthy controls, greater tooth loss, higher dental caries experience, and poorer periodontal status.
D’Aiuto et al (2017) (26)	2005–2015	Systematic reviews/meta-analyses	30 Systematic reviews: 5–78 studies included per review. Number of participants unclear. Various types of studies included in systematic reviews.	DM	Periodontal disease, tooth loss, caries	NA	Bidirectional relationship, oral health–diabetes	NA	AMSTAR	Strong evidence of T2DM being a risk factor for periodontal diseases, weak evidence in relation to type 1 diabetes. Weak evidence in relation to dental caries experience in children. Limited evidence of periodontitis being a risk factor for diabetes, but evidence of periodontal treatment leading to modest short-term improvement in glycemic control (not sustained beyond 3

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors’ affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
D'Aiuto et al (2013) (27)	Up to July 2012	RCT for meta-analysis	14 Studies: 32–160 participants per study	CVD	Periodontal disease	SRP or surgical treatment, tooth extraction, antibiotics	CVD risk factors	Biomarkers subject to methodological and environmental confounders	NA	months). Main consistent finding after periodontal therapy was a reduction of serum levels of CRP (stable measure of systemic inflammation) and an improvement of measures of endothelial function (which represents a surrogate marker of CVD).
Dietrich et al (2017) (28)	2005–2015	Systematic reviews and/or meta-analyses	22 Systematic reviews. 3–89 studies per systematic review of various types. Number of participants not reported	CVD	Oral health: periodontitis, caries, tooth loss	Oral health promotion, periodontal treatment	NA	NA	AMSTAR and PRISMA	High quality evidence of association between CVD and oral health. Mainly association between chronic periodontitis and atherosclerotic heart disease and is independent of confounding factors. No causal relationship has been established. Firm association between oral health (periodontitis, caries and tooth loss) and atherosclerotic cardiovascular disease, that is, coronary heart disease, stroke, and peripheral vascular disease. Little or no evidence to support any links between oral health and other forms of cardiovascular disease that are non-atherosclerotic such as HT, arrhythmias, and heart failure. Periodontal therapy is associated with reductions in surrogate markers of atherosclerotic CVD.
Faggion et al (2016) (29)	Up to March 2015	Systematic reviews with meta-analyses	11 Meta-analyses, original studies based on 12–514 patients	DM type 1 and T2DM	Periodontal disease	Periodontal treatment	HbA1c levels	NA	AMSTAR and OQAQ	SRs showing an average decrease of 0.46% (median, 0.40%) of HbA1c levels. These values, nevertheless, are not significant when meta-analyses of longer follow-ups (up to 6 mos) are evaluated. Furthermore, most primary studies in-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
										cluded in those SRs had several methodological limitations.
Hasuike et al (2017) (30)	Up to July 2015	Systematic reviews with meta-analyses	9 Studies, 60–1,135 participants	DM type 1 and T2DM	Periodontal disease	Periodontal treatment with or without adjunctive use of local drug delivery and systemic antibiotics.	Changes in HbA1c	NA	AMSTAR	Significant effect of periodontal treatment on improvement of HbA1c levels in diabetes patients, although effect size is extremely small. In addition to this small effect size, the supporting evidence cannot be regarded as high quality.
Kelly et al (2013) (31)	Up to May 2012	Systematic reviews	13 Systematic reviews, 9 with meta-analyses. Not reported how many studies were included in each systematic review	Chronic heart disease	Periodontal disease	NA	Quality appraisal	NA	AMSTAR and Glenny et al (51)	Apart from analyzing the methodological and structural quality of the selected systematic reviews and meta-analyses, we did not attempt to perform any outcome analyses. There was substantial heterogeneity in the types of articles included in the 13 reviews, with varying study designs including cohort, cross-sectional, case-control, and RCTs.
Kothari et al (2017) (32)	Through January 2016	Observational studies, case-control studies, and 1 mixed-methods study	27 Studies; no information on number of participants per study	Acquired brain injury, including cerebrovascular diseases	Tooth loss, periodontal status, caries	Professional oral health care or oral hygiene instruction (in some studies)	NA	NA	NA	Currently low level of interest in topic. All included studies reported poor oral health in patients with brain injury. Studies also showed significant improvements in oral health if appropriate measures were implemented at rehabilitation settings. Stroke patients seemed to present with higher incidence of missing teeth and tooth mobility.
Lafon et al (2014) (33)	Up to April 2012	Cohort studies	9 Studies: 5 in North America, started during 1970–1980. Participants ranged from	Stroke	Periodontal disease	NA	Periodontitis and tooth loss	NA	Evaluation grid	Results suggested a link between stroke and periodontal diseases. The association was significant for periodontitis and tooth loss. The risk of ischemic or hemor-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			1,137–51,529. Length of follow-up from 12–57 years							rhagic stroke was higher in people with periodontitis (estimated adjusted risk, 1.63 [1.25–2.00]). Tooth loss was also a significant risk factor for stroke (estimated adjusted risk, 1.39 [1.13–1.65]). In this review, gingivitis did not significantly influence the occurrence of stroke.
Lam et al (2011) (34)	NA	3 RCTs, 3 pre–post interventions, 1 split-mouth, 1 quasi-experimental	8 Studies, ranging from 6–303 patients	CVD	Oral health: periodontal health	Oral health instruction, extractions, periodontal treatment	Periodontal health and changes in systemic blood marker levels	NA	NA	Periodontal interventions were found to be capable of modifying numerous surrogate markers of cardiovascular outcomes including CRP, Ox-LDL, WBC, fibrinogen, IL-6, and endothelial dysfunction. It must be accepted, however, that neither a cause-and-effect relationship, nor the exact mechanism whereby periodontal disease may affect cardiovascular disease risk has been established. Whether the reduction of systemic inflammatory markers can truly decrease the risk of secondary cardiovascular events remains to be shown by studies of longer duration. Interventions aimed at improving periodontal parameters such as plaque and gingival bleeding were successful in patients with HT, CHD, and previous heart transplantation. Periodontal interventions were less successful at effecting changes in Csa-induced gingival overgrowth in heart transplantation patients. None of the effective articles included assessments on the effect of oral promotion interventions on oral microflora.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; Csa, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
Leira et al (2017) (35)	Up to March 2015	3 cohort (retrospective and prospective), 5 case-control studies	8 Studies, 95–9,962 patients. Europe, North America, and Asia. Data collected between 1968 and 2012	Ischemic stroke (assessed as acute ischemic lesion on brain imaging and/or neurological deficit, TOAST and ICD)	Periodontitis (assessed with CAL, PPD, and radiographic bone loss)	NA	Risk of ischemic stroke	Most commonly adjusted vascular risk factors were: age, sex, DM, HT, smoking status, hypercholesterolemia, and BMI	GRADE	Suggested a positive association between ischemic stroke and prevalence of periodontitis. The risk of cerebral ischemia was higher in subjects with periodontitis (RR, 2.88 [95% CI, 1.53–5.41]).
Leng et al (2015) (36)	Up to May 2015	Prospective cohort studies	15 Studies enrolling 230–406 participants	Coronary heart disease	Periodontal disease	NA	CHD-related morbidity (fatal and nonfatal) or mortality, evaluated using relative risk or hazard ratio	Sex, BMI, smoking, age, family history of heart disease, education, blood pressure (most common confounders)	NA	Patients with periodontal disease were at a significantly increased risk of developing CHD (RR, 1.19; 95% CI, 1.13–1.26; <i>P</i> < .001). Subgroup analyses according to the effect measure, adjustment for confounding factors, median follow-up time, country of study origin, assessment method of periodontal disease, and sex all indicated significant associations between periodontal disease and CHD.
Li et al (2014) (37)	Up to April 2014	RCT and quasi-RCT	1 RCT, 303 participants	CVD	Chronic periodontitis	SRP and community care	Cardiovascular events	NA	Cochrane's RoB assessment tool, GRADE	The study recorded 12 cardiovascular events, but results were not significant. Also, serum high sensitivity CRP: who had high CRP, and adverse events all reported nonsignificant results. Because only 1 was study eligible for inclusion, which was also judged to be at high risk of bias, the results should be interpreted with caution.
Lira et al (2017) (38)	Up to September 2016	Clinical trials	12 Studies qualitative analysis; 8 meta-analyses, 30–70 pa-	DM	Periodontal disease	Adjunctive use of systemic antibiotics in nonsurgic-	Changes in HbA1c	NA	Cochrane's RoB assessment tool	Shows no additional benefit of associating systemic antibiotics to nonsurgical periodontal treatment versus SRP alone in improving

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			tients per study			al periodontal treatment, compared with non-surgical periodontal treatment alone.				HbA1c levels 3–4 months after treatment.
Martin-Cabezas et al (2016) (39)	2000 to June 2016	Longitudinal studies or case-control studies and cross-sectional studies	25 Studies in review; 18 in meta-analysis: 20 cross-sectional, 3 case-control, and 2 longitudinal studies, across Asia, Europe, United States, and Africa. Ranging from 8,124–1,025, 340 participants.	HT	Periodontal disease	NA	HT	Age, sex, smoking, BMI, binge drinking	NOS	Results from the present meta-analysis support the association between HT and periodontal diseases with a range of ORs from 1.15 to 1.67. Highest OR was calculated when severe form of periodontitis with secure diagnosis criteria was considered (OR, 1.64).
Mauri-Obradors et al (2017) (40)	1998 to January 2016	Primary studies	19 Studies: 4× longitudinal studies; 15× cross-sectional studies. A total of 3,712 patients, of whom 2,084 had diabetes.	DM type 1 and T2DM	Caries, periodontal disease, BMS, oral mucosa alterations	NA	Oral manifestations	NA	Recommendations made by OCEBM	DM leads to multiple complications, which increase when glycemic control of the patient is inadequate. The main oral complication attributed to diabetes is periodontal disease: considered the sixth complication of DM. Higher prevalence of periapical lesions in patients with poorly controlled diabetes. Information presented in the literature about the relationship between the DM and tooth decay is inconsistent.
Orlandi et al (2014) (41)	Through January 2014	Cross-sectional studies, case-control studies, population	35 Studies for systematic review, 22 studies for meta-analysis; 2,021	c-IMT; FMD	Periodontitis	Periodontal intervention	Increase in c-IMT. Effects of periodontal treatment on FMD.	CVD (age, sex, systolic blood pressure, HDL-C,	Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale	Diagnosis of PD was associated with a mean increase in c-IMT of 0.08 mm (95% CI, 0.07–0.09 mm) and a mean difference in FMD of

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		surveys, cohort studies, pilot studies, controlled trials, RCTs	cases, 3,431 control					smoking, diabetes, HT treatment, and total cholesterol). Atherosclerosis		5.1% compared with controls (95% CI, 2.08%–8.11%). A meta-analysis of the effects of periodontal treatment on FMD showed a mean improvement of 6.64% between test and control (95% CI, 2.83%–10.44%). Periodontal disease is associated with greater subclinical atherosclerosis as assessed by increased c-IMT and an independent predictor of cardiovascular events in high-risk populations. There is evidence of an impaired FMD, which is restored by periodontal treatment in individuals having periodontal disease.
Sanchez et al (2017) (42)	NA	3 MA/SR of RCT, 1 MA/SR of RCT and single cohort studies, 1 SR of oral health promotion interventions, 1x SR of RCT/quasi-RCT, 1 MA/SR, 1 MA/SR of intervention trials, 1 MA of pilot trials, 1 MA/SR of intervention and nonintervention trials, SR of intervention trials; 2 SR, 1 LR, 1x pre-post mixed design, 1 pilot of an	34 Studies included from Australia, Europe, United States, France, Italy, United Kingdom, Turkey, Sweden, England	CVD	Periodontal disease	Periodontal treatment	CVD	NA	AMSTAR	Strong association between periodontal disease and CVD. Although a causal link has not been confirmed between periodontal disease and CVD, the general consensus is that cardiovascular patients need to be made aware of this association and its potential implications.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
		oral health program, 1 oral health guidelines for prenatal care, 1x best practice recommendations; 1 RCT, 1 pre-post test design, 1 pilot of an education program, 1 pre-post mixed design, 1 pilot of an oral health education model, 2 cross-sectional studies, 3 pilots of a screening tool, 1 best practice recommendations								
Schmitt et al (2015) (43)	Up to September 2014	RCTs: case-control studies, cross-sectional studies, prospective cohort pilot study	Studies included in qualitative synthesis = 10; studies included in quantitative synthesis = 7; sample size in total 2,257 (range, 26–814)	Arterial stiffness	Periodontitis	Periodontal treatment	Primary outcome had to be the measure of arterial stiffness by means of pulse wave velocity assessment.	Age, sex, smoking, or diabetes	GRADE system	The present systematic review and meta-analysis support an association between severe periodontitis and increased pulse wave velocity. The measurement of arterial stiffness provides a cardiovascular marker of the cumulative impact of both known and unknown risk factors, which may include periodontitis.
Teeuw et al (2014) (44)	Up to June 2013	RCTs, CCTs	Studies included n = 20; cases in total n = 865 (11–212 patients per study)/control	Atherosclerosis	Periodontitis	Treatment of periodontitis	Clinical CVD parameters (ie, clinical event, such as angina pectoris, MI, stroke, death) and/or mark-	Overweight and smoking	GRADE	PT reduces the risk for CVD by improving plasma levels of inflammatory (CRP, IL-6, TNF- α), thrombotic (fibrinogen), and metabolic (triglycerides, TC, HDL-C, HbA1c) markers and endothelial

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			in total n = 657 (11–105 patients per study). Cases and control in total n = 1522.				ers related to atherosclerosis and CVD risk, including markers of systemic inflammation and thrombosis, lipid and glucose metabolism, and vascular function.			function. This improvement is sustained well more than 6 months after therapy, and it is greater in those individuals having both periodontitis and co-morbidities like CVD and/or DM. Our findings emphasize the effectiveness and need for periodontal diagnosis and periodontal therapy in atherosclerotic and diabetic individuals to improve their systemic health.
Tonsekar et al (2017) (45)	Up to April 2016	4x retrospective cohort, 3x prospective cohort, 1x case-control study nested in a longitudinal study	Studies included n = 8; 4,075 participants; number of participants 144 to 911; countries: United States, South Korea, France, Sweden.	Dementia	Periodontal disease, tooth loss	NA	Outcome measured was assessed by verified cognitive tests such as Mini-Mental State Examination: Delayed Word Recall and Digit Symbol Substitution Test.	Apolipoprotein E (ApoE) allele, considered a major genetic risk factor for Alzheimer disease and a possible confounding factor in the association between periodontitis and dementia.	Newcastle-Ottawa Scale	Association between subsequent dementia, periodontal disease and tooth loss was inconclusive.
Ungprasert et al (2017) (46)	Up to July 2016	Case-control or cohort study	Studies included n = 5; number of subjects (cases/comparators) 1) 115,365/115,365; 2) 1,358/70,020; 3) 100/100; 4) 50/121; 5) 60/45. The 5 studies included	Psoriasis	Periodontitis	NA	Periodontitis and risk of psoriasis	Confounders: smoking, obesity, and DM	Newcastle-Ottawa quality assessment scale	Patients with periodontitis have a significantly increased risk of psoriasis.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
			312,584 subjects. Countries: Taiwan, United States, Greece, Norway, Italy.							
Xu et al (2017) (47)	Up to July 2016	6x cross-sectional, 12x case control, 4x cohort studies	Studies included n = 22; 129,630 participants; countries: United States, Sweden, Japan, India, Spain, Iran, China, Germany, Greece.	MI	Periodontal disease	NA	Periodontal disease (including pocket probing depth, attachment loss, bleeding on probing, plaque index, gingival index, X-ray, and microbiological results) and the risk of myocardial infarction	Risk factors including age, smoking, and diabetes are common in both PD and MI	Newcastle-Ottawa Scale	Significant association between periodontal disease and MI. Subgroup analyses also confirmed the elevated risk for MI in periodontal disease subjects.
Zeng, Leng et al (2016) (48)	Up to February 20, 2015	10x cross-sectional, 5x case control	Studies included n = 15; 17,330 participants; countries: United States, Sweden, Germany, Austria, Italy, Spain, Japan, Portugal, Poland, South Korea, China.	Carotid atherosclerosis	Periodontal disease	NA	Risk of carotid atherosclerosis as diagnosed by c-IMT (by ultrasound) or carotid plaque thickness (by panoramic radiographs)	Common risk factor: smoking; confounder: DM	NA	Periodontal disease was associated with carotid atherosclerosis, although available evidence is insufficient to confirm the causal relationship of periodontal disease and carotid atherosclerosis.
Zeng et al (2012) (49)	Up to January 10, 2012	Observational studies (cross-sectional, case-control, or cohort design)	Studies included n = 14; subjects (case/control): between 28/30 and 810/12,982. Countries: United States, Poland, Norway, Iran, China, India.	COPD	Periodontal disease	NA	Relationship between PD and COPD	NA	NA	Periodontal disease significantly increases the risk of COPD, with the increase being likely independent of conventional COPD risk factors. Dental plaque that contains bacteria may be responsible for COPD, therefore, good attention to teeth brushing and general oral hygiene care may reduce the risk of COPD.
Zeng, Xia	Up to June	Cohort and	Studies in-	Lung Can-	Periodont-	NA	Risk of lung	Smoking	NA	Periodontal disease is asso-

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

(continued on next page)

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

(continued)

Table 2. Characteristics of Included Systematic Reviews, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017

Study	Years Searched	Study Type(s)	Population	Chronic Systemic Disease	Dental Disease	Interventions	Outcome	Common Risk Factors/Confounders	Quality Assessment Tool Used	Conclusions
et al (2016) (50)	10, 2015	nested case-control studies	cluded n = 5; subjects: (lung cancer/sample): 1)191/11,328; 2)236/48,375; 3) 225/30,666; 4) 243/153,566; 5) 754/77,485. Countries: United States, Sweden, China.	cer	al disease		cancer in patients with periodontal disease			ciated with a significant and increased risk of lung cancer.

Abbreviations: AMSTAR, Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews; aPDT, antimicrobial PhotoDynamic Therapy; BMI, body mass index; BMS, burning mouth syndrome; CAL, clinical attachment level (14); CAL, clinical attachment loss (29); CCT, controlled clinical trial; CHD, coronary heart disease; CI, confidence interval; c-IMT, carotid intima-media thickness; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRP, C-reactive protein; CsA, cyclosporin A; CVD, cardiovascular disease; DM, diabetes mellitus; FMD, flow-mediated dilation; GRADE Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; HT, hypertension; ICD, International Classification of Diseases; IL, interleukin; LT, laser therapy; MA, meta-analysis; MI, myocardial infarction; MORE, Methodological Evaluation of Observational Research; NA, not applicable; NOS, Newcastle-Ottawa Scale; OCEBM, Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford; OQAQ, Overview Quality Assessment Questionnaire; PD, probing depth; PPD, probing pocket depth; PT, periodontal therapy; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; OR, odds ratio; Ox-LDL, oxidized low-density lipoprotein; RCT, randomized controlled trial; SR, systematic review; SRP, scaling and root planing; T2DM, type 2 diabetes mellitus; TC, total cholesterol; TOAST, Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment; WBC, white blood cell.

The opinions expressed by authors contributing to this journal do not necessarily reflect the opinions of the U.S. Department of Health and Human Services, the Public Health Service, the Centers for Disease Control and Prevention, or the authors' affiliated institutions.

Table 3. Number of Systematic Reviews Observing Disease Correlations, Systematic Umbrella Review of Correlation Between Prevalent Dental Conditions and Chronic Diseases, 1995–2017^a

Dental or Chronic Disease	Periodontitis	Tooth Loss	Dental Caries	
Diabetes mellitus	46 (41/5)	1 (1/0)	4 (1/3)	51
Cardiovascular disease	33 (22/11)	6 (6/0)	2 (1/1)	41
Cerebrovascular disease	4 (0/4)	2 (0/2)	2 (0/2)	8
Chronic obstructive pulmonary disease	2 (0/2)	1 (0/1)	—	3
Dementia	1 (0/1)	1 (0/1)	—	2
Psoriasis	1 (0/1)	—	—	1
Lung cancer	1 (0/1)	—	—	1
Total	88	11	8	107

Abbreviation: —, not applicable.

^a The first number in the parentheses indicates the number of systematic reviews included in the umbrella review; the second number indicates the number of reviews that were individually included in the systematic reviews.

Patient-reported measures at the intersect of chronic-systemic and dental diseases:

A scoping study

Background

Limitations in intersectoral care have been the topic of science and health policy for many years. There is still considerable potential for improvement in this regard. Dent@Prevent is based on the premise that a more intensive intersectoral collaboration of primary medical care and oral health care leads to improved quality and resource allocation in the health care sector. General practitioners and dentists have noted the occurrence of many medical situations with links between dental and general medical care (Andersson et al. 2007; Holzinger et al. 2016; Sippli et al. 2017; Stuart et al. 2017). Intersectoral collaboration, as well as awareness of specialized fields of medicine, for example general practitioners' awareness of their patients' oral health, are limited (Holzinger et al. 2016; Sippli et al. 2017).

A central aspect of intersectoral care, and one of the most important ways in which intersectoral collaboration can improve the quality of health care is through providing patient-centered care (Singer et al. 2013). Patient-reported outcome measures (PROMs) to measure outcomes of care such as health-related quality of life, and patient-reported experience measures (PREMs) to measure patients' experiences with health care services have been developed for aiding shared decision-making and for assessing quality of care in terms of patient outcomes (Kingsley and Patel 2017). Extensive empirical evidence indicates associations between dental diseases (in particular periodontal disease) and chronic-systemic diseases (in particular diabetes, coronary heart disease and stroke) as well as common risk factors, as described in the enclosed report on the umbrella review conducted in Work package 2 (Seitz et al. 2018). For patients with these diseases, intersectoral care is particularly relevant, and there is a need for patient-centered parameters to improve and assess this care.

Purpose of the scoping study

A scoping literature study was conducted with the aim to identify patient-centered parameters that are potentially relevant in the context of chronic-systemic and dental diseases. More specific aims included (1) to identify potentially relevant current knowledge on generic and specific patient-reported outcome measures suitable for links between chronic and dental diseases, and (2) to identify potentially relevant current knowledge on patient-reported experience measures suitable for intersectoral health care. The information obtained from this is used as the basis for focus group discussions involving patients with chronic and dental diseases, and will be further expanded based on

these focus groups (together with Work package 5). The combination of these two methods is then used as the basis for a Delphi method study for determining relevant patient-centered parameters (Work package 5). Using the Delphi method, a consensus is then reached on items to include in a patient-reported survey for patients with chronic and dental diseases. The survey will be implemented in an App (Work package 4).

Procedure

Scoping study methods (Levac et al. 2010) were used to conduct a literature search tailored to the purpose of identifying potentially relevant measures for intersectoral care. Conducting a scoping study is particularly useful for covering a broad range of literature which covers more than one field of research. This method provides a structured approach to map the most relevant publications for the topic of intersectoral care, which can be further refined and expanded on in subsequent study phases. It is therefore well-equipped to achieve the aims of identifying relevant current knowledge on patient-centered parameters for the intersect between primary and dental care, and allows the inclusion of publications from multiple relevant fields of expertise.

Following scoping review procedures (Levac et al. 2010), the search was refined in several iterative steps, based on initial findings and conversations with experts in dental medicine and patient-reported outcomes. The initial exploratory search focused on chronic and dental diseases (“chronic”, “systemic” and “dental”, “oral” and “disease”, “illness”, “condition”, “general health”) and patient perspectives, patient perceptions, qualitative research, or (health-related) quality of life. The more refined search focused on combinations of the following key terms for patient-related factors: (1) patient-centered parameters (“patient reported outcome”, “patient-oriented”, “patient-centered”, “patient-centred”, “patient factors”, “quality of life”, “patient perspectives”, “patient experiences”), in combination with key terms for (2) general and dental medicine (“oral health care”, “dental care”, “dentist” and “primary care”, “primary health care”, “general medicine”, “family medicine”). The most widely researched link between chronic and dental diseases is that between diabetes mellitus and dental diseases such as periodontal disease (Seitz et al. 2018). Therefore, we ran additional searches on (1) patient-centered parameters as defined above and (3) diabetes and oral health (“dental health”, “oral health”, periodont*, “missing teeth” and diabetes, “T2DM”, HbA1c). Literature was searched in the databases PubMed, Web of Science, and through literature lists of relevant publications. Additional searches including grey literature were conducted via Google Scholar. Studies were included if they were (1) published in English, (2) primarily focus on patients above 18 years of age, (3) potentially relevant for the setting of primary and dental health care in Germany, (4) relevant for patients with chronic and dental diseases, and (5) discuss patient-centered parameters or patients’ perspectives

relevant for the intersect of primary and dental health care. Furthermore, opinion articles and other articles that do not describe primary studies or secondary (review) studies were excluded.

Findings

Although a large number of publications on patient-centered parameters was found on either chronic-systemic diseases or dental diseases, relatively few studies on patient-centered parameters were found for the intersect of these two types of diseases (Table 1). The most relevant publications for the intersect between chronic and dental diseases and primary medical care and oral health care will be discussed below by focusing on key themes in three domains: (1) patients' perceptions relevant for chronic and dental diseases, (2) patient-reported outcome measures relevant for chronic and dental diseases, and (3) patient-reported experience measures relevant for primary medical care and oral health care. One previous, relevant scoping review was found (Kwok et al. 2015) which focused specifically on stroke patients. In the present scoping study, patient-reported factors relevant for the intersect between dental and chronic conditions are more broadly studied. Details of the included studies can be found in Appendix 1.

Perceptions of patients with chronic and dental diseases have been mainly addressed in qualitative methods studies (Lindenmeyer et al. 2013; Tromp et al. 2005; Valerio et al. 2011). Most studies addressing this topic focused on awareness of and attitudes to oral health care among patients with diabetes (Allen et al. 2008; Lindenmeyer et al. 2013; Valerio et al. 2011). These studies showed that the majority of patients with diabetes are not aware of risks to their oral health (Allen et al. 2008; Lindenmeyer et al. 2013; Valerio et al. 2011), although there is a known association between diabetes and periodontal disease (Botero et al. 2016; Faggion et al. 2016; Hasuike et al. 2017). Most patients wanted more information about these links (Allen et al. 2008; Lindenmeyer et al. 2013; Valerio et al. 2011). One study focused on characteristics of head and neck cancer patients and their referral by dentists (Tromp et al. 2005). Around half of all patients who were referred by a dentist due to tumor symptoms delayed visiting a health professional. Lack of familiarity and not being inclined to seek support were the most frequent reasons for delay (Tromp et al. 2005). Knowledge of the limited awareness of oral health risks and the positive attitudes to intersectoral care among patients is highly relevant for the development of new patient-centered parameters and the implementation of patient-centered interventions. Future measures should be sensitive to the limited awareness of intersectoral links by patients, and address patients' need for intersectoral care.

Table 1.
Search strategy and results for scoping review

Search strategy	Results	Results meeting inclusion criteria
("patient reported outcome" OR "patient-oriented" OR "patient-centered" OR "patient-centred" OR "patient factors" OR "quality of life" OR "patient perspectives" OR "patient experiences") AND (("oral health care" OR "dental care" OR "dentist") AND ("primary care" OR "primary health care" OR "general medicine" OR "family medicine"))	Pubmed: 87 Web of Science: 42	2 (Lemay et al. 2012; Tromp et al. 2005)
("patient reported outcome" OR "patient-oriented" OR "patient-centered" OR "patient-centred" OR "patient factors" OR "quality of life" OR "patient perspectives" OR "patient experiences") AND (("dental health" OR "oral health" OR periodont* OR "missing teeth") AND (diabetes OR "T2DM" OR HbA1c))	Pubmed: 110 Web of Science: 104	9 (Allen et al. 2008; Azogui-Levy et al. 2017; Cinar and Schou 2014; Huang et al. 2013; Irani et al. 2015; Jivanescu et al. 2013; Mizuno et al. 2017; Sandberg and Wikblad 2003; Valerio et al. 2011)
"scoping review" AND "quality of life" AND (chronic OR systemic) AND (disease OR illness OR condition OR "general health")	Pubmed: 17 Web of Science: 27	0
"scoping review" AND "quality of life" AND (oral OR dental OR periodont*) AND (disease OR illness OR condition OR "general health")	Pubmed: 4 Web of Science: 3	1 (Kwok et al. 2015)
Literature identified from additional sources (<i>grey literature, additional searches, screening of reference lists</i>)	Not applicable	11 (Brennan 2013; Fryer et al. 2017; Haag et al. 2017; Lindenmeyer et al. 2013; Locker and Allen 2007; Locker and Quiñonez 2011; Ní Ríordáin and Wiryakijja 2017; Peters et al. 2014; Schmitz et al. 2013; Singer et al. 2013; Tietschert et al. 2016)

Publications about patient-reported outcome measure (PROMs) focused mainly on health-related quality of life measures, which can be generic (relating to general health) or disease-specific (for either a specific chronic condition or for oral diseases). For the purposes of our study, generic PROMs were identified that are highly relevant to both chronic and dental diseases. The EQ5D3L questionnaire has been shown to be feasible for chronic conditions in primary care (Peters et al. 2014) and for oral conditions in dental care (Brennan 2013; Haag et al. 2017). A range of disease-specific PROMs for oral health exist, but questions are raised whether these measures adequately reflect what matters to patients (Locker and Allen 2007), and these measures appear not to be adequate to capture the experiences of patients with chronic and dental diseases (Allen et al. 2008). A range of disease-specific measures for chronic diseases exist, for example for diabetes-related quality of life (Mizuno et al.

2017). Besides multi-item health-related quality of life measures - global self-ratings of health status - have been developed which use single items or two items (Locker and Quiñonez 2011). Recent studies have shown the usefulness of these short measurement instruments in assessing disease-specific patient-reported outcomes (Locker and Quiñonez 2011; Schmitz et al. 2013).

Several studies have been conducted that look into patient-reported outcome measures relevant for oral health in patients with diabetes (Azogui-Levy et al. 2017; Huang et al. 2013; Irani et al. 2015; Jivanescu et al. 2013; Mizuno et al. 2017; Sandberg and Wikblad 2003). Two studies found lower oral-health related quality of life (Azogui-Levy et al. 2017; Jivanescu et al. 2013) in patients who have diabetes, while one found no difference between patients with and without diabetes (Irani et al. 2015). In one study, general health-related quality of life in patients with diabetes was lower in patients with missing teeth and patients with a lack of dental care (Huang et al. 2013), but in another study general health-related quality of life was only partially related to oral functioning (Sandberg and Wikblad 2003). Diabetes-specific quality of life improved in diabetic patients who received periodontal treatment, compared to those who did not receive such treatment (Mizuno et al. 2017). These studies thus suggest that health-related quality of life, both in generic and specific measures, may be related to diabetes and oral health status of patients, but this relation is not found for all groups of patients. In patients with diabetes and specific oral health conditions, such as periodontitis, this relation seems to be more distinct (Huang et al. 2013; Mizuno et al. 2017) than in patients with diabetes and no known oral disease.

Several measures have been developed to assess patients' experiences (PREMs) of health care services such as primary care, but PREMs are lacking for oral health care (Ní Ríordáin and Wiriyakijja 2017). One PREM was found that is the first to assess intersectoral care for patients with chronic conditions (Fryer et al. 2017; Singer et al. 2013). The Patient Perceptions of Integrated Care (PPIC) measures patients' experiences with integration between primary medical care and specialized (hospital) care (Fryer et al. 2017; Singer et al. 2013; Tietschert et al. 2016). Patients' experiences as reported with the PPIC appeared to be related to lower unnecessary health care utilization (Fryer et al. 2017), suggesting that the measure may be suitable to assess the effects of intersectoral collaboration.

Discussion and next steps

This scoping study of patient-centered parameters relating to the intersect between primary medical care and oral health care identified the most relevant current knowledge in the domains of (1) patients' perceptions, (2) patient-reported outcome measures, and (3) patient-reported experience measures. Although patient-centered parameters for chronic diseases and dental diseases are numerous, knowledge on relevant parameters for the intersect between chronic and dental diseases is scarce. Studies on patients' perceptions showed that patients with diabetes were often not aware of the risks of diabetes for their oral health, and the majority wish to be informed by health professionals about this link. This underlines the need for intersectoral collaboration, and suggests that patient-reported measures should be sensitive to the limited awareness of intersectoral links among patients. Patient-reported outcome measures are available for general health and for specific conditions such as oral health, or diabetes. Generic health-related quality of life measures appear to be suitable for addressing both oral health and general health. As disease-specific quality of life measures may not capture the domains of quality of life most relevant to patients, in future studies on dental and chronic conditions the use of generic measures appears more suitable. Health-related quality of life, measured with both generic and specific measures, appears to vary between patients with and without a chronic condition, but not for all groups of patients. Measures of dental health similarly were related to health-related quality of life, but not in all studies included. In patients with diabetes and periodontitis, a significant improvement in health-related quality of life was found after treatment, suggesting that patient-reported outcome measures may pick up on clinically relevant differences for the intersect of chronic and dental diseases. They are therefore suitable for inclusion in future studies.

The findings and recommendations outlined above will guide and form the basis of next steps in the Dent@Prevent project. The literature found regarding the first domain (patients' perceptions) is to be used to develop focus group discussions with experts, general practitioners, dentists and patients (Work package 5). The importance of and positive attitude of patients to intersectoral health care suggests the relevance of developing patient-centered measures for integration health care. The combined findings from the scoping study and focus groups will be used in developing a decision support system prototype (Work package 4). The measures found in the second (PROMs) and third (PREMs) domain, in combination with the results of focus groups investigating the perspectives of patients with chronic and dental diseases, will be used to derive a list of measures that will be presented to experts, general practitioners, dentists and patients. This list will include generic health-related quality of life instruments, global self-ratings of health status for oral health and chronic diseases, and relevant items from patient experience measures, particularly the patient perceptions of integrated care survey. These stakeholders will be consulted using Delphi methods (Work package 5), to reach consensus on patient-centered parameters for inclusion in an App-based questionnaire.

This scoping study has in short identified patient-centered measures relevant for chronic and dental diseases, and has provided the basis for developing new patient-centered parameters at the intersect of primary and dental care.

Literature

- Allen EM, Ziada HM, O'Halloran D, Clerehugh V, Allen PF. 2008. Attitudes, awareness and oral health-related quality of life in patients with diabetes. *Journal of Oral Rehabilitation*. 35(3):218-223.
- Andersson K, Furhoff AK, Nordenram G, Wårdh I. 2007. 'Oral health is not my department' perceptions of elderly patients' oral health by general medical practitioners in primary health care centres: A qualitative interview study. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*. 21(1):126-133.
- Azogui-Levy S, Dray-Spira R, Attal S, Hartemann A, Anagnostou F, Azerad J. 2017. Factors associated to oral health related quality of life in patients with diabetes. *Australian dental journal*.
- Botero JE, Rodriguez C, Agudelo-Suarez AA. 2016. Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: An umbrella review. *Aust Dent J*. 61(2):134-148.
- Brennan DS. 2013. Oral health impact profile, euroqol, and assessment of quality of life instruments as quality of life and health-utility measures of oral health. *European Journal of Oral Sciences*. 121(3pt1):188-193.
- Cinar AB, Schou L. 2014. Interrelation between patient satisfaction and patient-provider communication in diabetes management. *TheScientificWorldJournal*. 2014:372671.
- Faggion CM, Jr., Cullinan MP, Atieh M. 2016. An overview of systematic reviews on the effectiveness of periodontal treatment to improve glycaemic control. *Journal of periodontal research*. 51(6):716-725.
- Fryer AK, Friedberg MW, Thompson RW, Singer SJ. 2017. Patient perceptions of integrated care and their relationship to utilization of emergency, inpatient and outpatient services. *Healthcare*. 5(4):183-193.
- Haag DG, Peres KG, Balasubramanian M, Brennan DS. 2017. Oral conditions and health-related quality of life: A systematic review. *J Dent Res*. 96(8):864-874.
- Hasuike A, Iguchi S, Suzuki D, Kawano E, Sato S. 2017. Systematic review and assessment of systematic reviews examining the effect of periodontal treatment on glycemic control in patients with diabetes. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 22(2):e167-e176.
- Holzinger F, Dahrendorf L, Heintze C. 2016. 'Parallel universes'? The interface between gps and dentists in primary care: A qualitative study. *Family Practice*. 33(5):557-561.
- Huang DL, Chan KCG, Young BA. 2013. Poor oral health and quality of life in older u.S. Adults with diabetes mellitus. *Journal of the American Geriatrics Society*. 61(10):1782-1788.
- Irani FC, Wassall RR, Preshaw PM. 2015. Impact of periodontal status on oral health-related quality of life in patients with and without type 2 diabetes. *Journal of dentistry*. 43(5):506-511.
- Jivanescu A, Bratu E, Goguta L, Borgnakke WS. 2013. Effect of improvement of complete dentures on quality of life in type 2 diabetes. *Diabetes Stoffwech Herz*. 22(4):207-211.
- Kingsley C, Patel S. 2017. Patient-reported outcome measures and patient-reported experience measures. *BJA Education*. 17(4):137-144.
- Kwok C, McIntyre A, Janzen S, Mays R, Teasell R. 2015. Oral care post stroke: A scoping review. *Journal of Oral Rehabilitation*. 42(1):65-74.
- Lemay CA, Cashman SB, McDonald A, Graves JR. 2012. A new approach to ensuring oral health care for people living with hiv/aids: The dental case manager. *Preventing chronic disease*. 9:E158.
- Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. 2010. Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*. 5(1):69-69.
- Lindenmeyer A, Bowyer V, Roscoe J, Dale J, Sutcliffe P. 2013. Oral health awareness and care preferences in patients with diabetes: A qualitative study. *Family Practice*. 30(1):113-118.

- Locker D, Allen F. 2007. What do measures of 'oral health-related quality of life' measure? *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 35(6):401-411.
- Locker D, Quiñonez C. 2011. To what extent do oral disorders compromise the quality of life? *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 39(1):3-11.
- Mizuno H, Ekuni D, Maruyama T, Kataoka K, Yoneda T, Fukuhara D, Sugiura Y, Tomofuji T, Wada J, Morita M. 2017. The effects of non-surgical periodontal treatment on glycemic control, oxidative stress balance and quality of life in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical trial. *Plos One*. 12(11):17.
- Ní Ríordáin R, Wiriyakijja P. 2017. Patient reported outcome and experience measures of oral disease in oral medicine. *Bdj*. 223:713.
- Peters M, Crocker H, Jenkinson C, Doll H, Fitzpatrick R. 2014. The routine collection of patient-reported outcome measures (proms) for long-term conditions in primary care: A cohort survey. *BMJ Open*. 4(2).
- Sandberg GE, Wikblad KF. 2003. Oral health and health-related quality of life in type 2 diabetic patients and non-diabetic controls. *Acta Odontologica Scandinavica*. 61(3):141-148.
- Schmitz N, Gariépy G, Smith KJ, Malla A, Boyer R, Strychar I, Lesage A, JianLi W. 2013. Trajectories of self-rated health in people with diabetes: Associations with functioning in a prospective community sample. *PLOS ONE*. 8(12):e83088.
- Seitz M, Listl S, Haux C, van der Zande M. Forthcoming 2018. An umbrella review on highly prevalent dental and chronic diseases. *Dent@Prevent Consortium*.
- Singer SJ, Friedberg MW, Kiang MV, Dunn T, Kuhn DM. 2013. Development and preliminary validation of the patient perceptions of integrated care survey. *Medical Care Research and Review*. 70(2):143-164.
- Sippli K, Rieger MA, Huettig F. 2017. Gps' and dentists' experiences and expectations of interprofessional collaboration: Findings from a qualitative study in germany. *BMC Health Serv Res*. 17(1):179.
- Stuart J, Hoang H, Crocombe L, Barnett T. 2017. Relationships between dental personnel and non-dental primary health care providers in rural and remote queensland, australia: Dental perspectives. *BMC Oral Health*. 17(1):99.
- Tietschert MV, Angeli F, van Raak AJA, Singer SJ, Ruwaard D. 2016. Translating the patient perception of integrated care survey to measure integrated care in the netherlands: Combining equivalence and contextualization approaches for optimal results. *International Journal of Integrated Care*. 16(3):11.
- Tromp DM, Brouha XD, Hordijk GJ, Winnubst JA, de Leeuw JR. 2005. Patient factors associated with delay in primary care among patients with head and neck carcinoma: A case-series analysis. *Fam Pract*. 22(5):554-559.
- Valerio MA, Kanjirath PP, Klausner CP, Peters MC. 2011. A qualitative examination of patient awareness and understanding of type 2 diabetes and oral health care needs. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 93(2):159-165.

Appendix 1. List of included studies and their characteristics

Reference	Main conclusions	Dental health	General health	Type of study	Participants
Patients' perceptions					
Allen et al 2008	<ul style="list-style-type: none"> A minority of diabetic patients was aware of dental disease risks, while a majority was aware of risks for other diseases. A minority attended the dentist in the past year; dental attendance was far lower than in patients without diabetes Patients with and without diabetes had no difference in OHRQoL 	Oral health, attitudes to oral care, OHRQoL	Diabetes	Cross-sectional	101 patients with T1DM and T2DM recruited from diabetes clinic, 31-79 years. Ireland
Kwok et al 2015	<ul style="list-style-type: none"> Main concerns of patients post-stroke concerned chewing, nutrition, hygiene, prostheses and quality of life Specialized care and assessment tools specific to the stroke population are limited 	Oral health care concerns & OHRQoL	Stroke	Scoping review	60 studies included
Lindenmeyer et al 2012	<ul style="list-style-type: none"> The majority of patients with diabetes did not know about a possible link with dental diseases, and wanted more information as well as specific advice Most patients were in favor of trans-sectoral health care, either by the dentist giving advice specific to those with diabetes, or by GPs or nurses giving oral health advice 	Dental diseases	Diabetes	Qualitative	20 patients with T2DM; 40-82 year of age; 2-25 years since diagnosis. United Kingdom
Tromp et al 2005	<ul style="list-style-type: none"> Delay in returning to the health professional is partly depended on patient- related factors. 53% of patients were not referred or followed up after first medical contact with the GP or dentist. 50% of these patients delayed returning to the health professional for over 3 weeks. Patients were more likely to delay due to voice change, lack of familiarity with head and neck cancer, or not inclined to seek support. 	Referral by dentists to specialist	Head and neck cancer; primary care referrals	Qualitative	306 patients in the Netherlands newly diagnosed with head and neck cancer
Valerio et al 2011	<ul style="list-style-type: none"> The majority of patients with diabetes did not know about a possible link with dental diseases, and wanted more information as well as specific advice Information about self-care or disease links was often difficult to understand for patients, lack of coverage of dental care in 	Dental diseases	Diabetes	Qualitative	30 patients with T2DM. 31-68 years of age, 1-29 years since diabetes

	<ul style="list-style-type: none"> insurance. Suggests a gap in oral health-related communication between patients with diabetes and health care providers 				diagnosis; United States.
Patient-reported outcome measures: general					
Brennan 2013	<ul style="list-style-type: none"> “In conclusion, while the OHIP was more sensitive to differences in oral health, the generic measures of EQ5D and AqoL both exhibited discriminative validity and convergent validity in relation to self-reported oral health variables, supporting their use in oral health studies.” 	OHIP	AQoL, EQ5D	Cross-sectional	1093 participants, 30-61 years of age. Australia
Haag et al 2017	<ul style="list-style-type: none"> Tooth loss and dental caries have a negative impact on HRQoL in most studies found, Periodontitis has mixed effects on HRQoL: positive effect, no effect, and small negative effects were found of perio on HRQoL Tooth loss appears to have a stronger negative effect on HRQoL in younger than in older people Excluded systemic diseases as these may confound the relationship between oral diseases and HRQoL Heterogeneity among studies in diagnostic criteria, and in approach used to HRQoL instruments, and in confounding factors included 	Oral conditions	HRQoL	Systematic review	21 included studies: 16 on tooth loss and HRQoL, 7 periodontitis and HRQoL, 3 dental caries and HRQoL
Locker & Allen 2007	<ul style="list-style-type: none"> Patients’ perspectives on PROMs are probably different from GP & dentists’ perspectives on PROMs. QoL instruments should reflect individual perspectives of patients While all OHQoL measures measure the frequency of the functional and psychosocial impacts from oral disorders, they do not unequivocally establish the meaning and significance of those impacts. The claim that oral disorders affect the quality of life has yet to be clearly demonstrated Based on recommendations of Gill and Feinstein, recommend to address in questionnaires: rate frequency, severity and importance of experience on a particular dimension; allow respondents to add supplemental items, and use global ratings which are summary variables and can reflect the differing 	OHRQoL	QoL	Conceptual/Methodological	16 OHRQoL measures included

	values and preferences of a group of individuals.				
Locker & Quiñonez 2011	<ul style="list-style-type: none"> Oral impacts measured with OHIP appear to be frequent, but appear to have little impact on quality of life Adding global ratings of oral-health related quality of life and quality of life to questions on oral impacts adds useful information on the negative consequences of oral conditions 	Self-rated & OHRQoL	QoL	Cross-sectional	2027 participants, 18-95 years of age. Canada
Schmitz et al 2013	<ul style="list-style-type: none"> Majority with persistently good self-rated health. Participants with persistent low perception of health status at higher risk for poor functioning than those with Trajectory of self-rated health over time seems to have predictive value for poor functioning in diabetes 		Diabetes; Self-rated health	Prospective community study	1288 participants. 18-80 years of age, diagnosed with T1DM and T2DM. Canada.
Patient-reported outcome measures: dental and chronic					
Azogui-Levy et al 2017	<ul style="list-style-type: none"> About a quarter had low GOHAI score and over half poor oral health Patients with T2DM (rather than T1DM) had poorer GOHAI scores, worse oral health and more co-morbidities 	OHRQoL: GOHAI	Diabetes	Cross-sectional	316 patients with T1DM and T2DM, 18 years and older, attending diabetes unit. France
Huang et al 2013	<ul style="list-style-type: none"> Diabetes patients were more likely to have tooth loss, less likely to have received dental care in past year. Loss of teeth was associated with lower self-rated general health Lack of dental care was associated with worse self-rated general health 	Oral health	Diabetes; HRQoL	Cross-sectional	70363 participants with diabetes, 308658 without diabetes, 65 years and older. United States
Irani et al 2015	<ul style="list-style-type: none"> T2DM did not have an impact on overall OHRQoL Periodontitis and gingivitis associated with lower OHRQoL in participants without diabetes, but not in patients with diabetes 	OHRQoL: OHIP	T2DM	Case-control	61 adult participants with, 74 without T2DM. United Kingdom
Jivanescu et al 2013	<ul style="list-style-type: none"> After prosthetic treatment, chewing efficiency in diabetes cases was lower but improved significantly more than controls OHRQoL was lower in diabetes group 	Edentulousness ; prosthetic treatment;	T2DM	Case-control	23 edentulous patients with T2DM, 23

	<ul style="list-style-type: none"> Improved mastication did not lead to better blood glucose levels 	OHIP			edentulous, systemically healthy controls. Romania
Mizuno et al 2017	<ul style="list-style-type: none"> HbA1c levels did not improve for treatment group compared to control group. Diabetes-related QoL improved after periodontal treatment, compared to controls 	Periodontitis	T2DM; Diabetes-related QoL	RCT	37 patients with T2DM and periodontitis (20 treatment, 17 control group). Japan
Sandberg & Wikblad 2003	<ul style="list-style-type: none"> Results showed a partial relation of oral functioning with HRQoL. HRQL was similar in diabetic and non-diabetic patients, although diabetics scored worse on physical functioning and general health 	Oral health	HRQoL, T2DM	Cross-sectional	102 patients with T2DM, 102 controls without T2DM. Sweden
Patient-reported experience measures					
Cinar and Schou 2014	<ul style="list-style-type: none"> Interrelations between patient satisfaction with medical provider-patient communication and oral health, diabetes, and psychobehavioural measures Health coaching was associated with higher patient satisfaction Increase in patient satisfaction with communication was higher in health coaching than health education intervention group 	Community Periodontal Need Index; oral health behaviours	T2DM; patient satisfaction with communication ; WHOQOL-Bref	Prospective, intervention study	178 patients with T2DM; 30-65 years of age, dentate. Turkey
Fryer et al 2017	<ul style="list-style-type: none"> Higher care integration as perceived by patients was significantly associated with lower utilization of emergency department care or outpatient visit services Patient-reported experiences of care integration are potentially useful for improving health care efficiency 		PPIC, experience of care integration, multiple chronic conditions	Cross-sectional	1059 patients with multiple chronic conditions, Hospital setting, 65 years or older. United States
Lemay et al 2012	<ul style="list-style-type: none"> Patients perceived improved oral health and general health due to dental care managers Access to dental care was increased and facilitated by dental care management 	Patient-perceived role and value of dental care	HIV/AIDS	Qualitative	25 participants, 38-61 years of age, 2-25 years since HIV/AIDS

		management			diagnosis. United States
Ní Ríordáin and Wiriyakijja 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Some use of PROMs in oral medicine was found, but measures need to become more robust and fit for purpose • Describes tools for evaluation of development and psychometric properties of instruments • Consensus on PROMs to use consistently is needed • Few PREMs are used or described in oral medicine 	OHRQoL and PREMs for oral mucosal diseases and salivary gland diseases	HRQoL	Narrative literature review	
Singer et al 2013	<ul style="list-style-type: none"> • The PPIC survey had satisfactory internal consistency, discriminant validity, and goodness of fit • PPIC survey is useable for investigation of integration fo care for research and quality improvement purposes 		PPIC, experience of care integration	Cross-sectional	527 patients with multiple chronic conditions, aged 18 and older. United States
Tietschert et al 2016	<ul style="list-style-type: none"> • The PPIC survey could be translated in language and context-specific aspects (equivalence and contextualization) • Considerable differences between US and Netherlands setting required adaptation to setting besides translation • Patients perceived a need for PPIC survey, as it addresses important aspects of their care perception, and such assessment is needed to improve experiences of care 		PPIC, experience of care integration	Qualitative/ Instrument development	18 patients (4 piloting, 14 cognitive interviews). 40-83 years of age. The Netherlands

T1DM = Diabetes mellitus type 1; T2DM = Diabetes mellitus type 2

OHRQoL = Oral Health-Related Quality of Life; HRQoL = Health-Related Quality of Life; QoL = Quality of Life OHIP = Oral Health Impact Profile; GOHAI = General Oral Health Assessment Index; AQoL = Assessment of Quality of Life , EQ5D= EuroQOL ; PPIC = Patient Perceptions of Integrated Care; PREMs = Patient-Reported Experience Measures; PROMs = Patient-Reported Outcome Measures

**Anlage: Abschlussbericht PMV Forschungs-
gruppe für Dent@Prevent: Implementierung
von Routinedaten & PROMS in die evidenz-
informierte intersektorale (zahn)medizinische
Versorgung: Routinedatenanalyse (AP3)**



versorgungsforschung
evaluation
sekundärdatenanalyse

Abschlussbericht Dent@Prevent AP3

Implementierung von Routinedaten & PROMS in die evidenz-
informierte intersektorale (zahn-)medizinische Versorgung:
Routinedatenanalyse

Autor*innen

Katja Blaschke
Peter Ihle
Dr. Ingrid Schubert

In Kooperation mit der Dent@Prevent – Study Group

Kontakt

Katja Blaschke
PMV forschungsgruppe
an der Medizinischen Fakultät und Uniklinik Köln,
Universität zu Köln
Herderstraße 52, 50931 Köln
Tel. 0221 - 478-97548
katja.blaschke@uk-koeln.de
www.pmvforschungsgruppe.de

Förderung

Das Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses
beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem **Förder-
kennzeichen:** 01VSF16052 gefördert.

Danksagung

Die Autor*innen danken der spectrumK GmbH für die Bereit-
stellung der Daten.

Köln, 31.05.2019

Copyright 2019

1	Einführung	1
1.1	Kontext	1
1.2	Forschungsfrage	1
2	Scoping Studie: Methodik	3
3	Scoping Studie: Ergebnisse & Fazit	5
3.1	Eigenschaften der Studien	5
3.2	Methodische Aspekte der Studien	6
3.2.1	Fazit	9
4	Routinedaten: Material und Methode	10
4.1	Datenbasis	10
4.1.1	Datenprofile	10
4.2	Daten: Aufbereitung und Definitionen	13
4.2.1	Plausibilitätsprüfung	13
4.2.2	Variablendefinitionen	16
4.2.3	Falldefinitionen	21
4.2.4	Grundgesamtheit	24
4.2.5	Studienpopulation 1	24
4.2.6	Studienpopulation 2	24
4.3	Verwendete Software und statistische Methoden	25
4.3.1	Deskriptive Statistik	25
4.3.2	Paarlingsanalysen	25
4.3.3	Average treatment effect	26
5	Routinedaten: Ergebnisse	30
5.1	Basisauswertung	30
5.1.1	Soziodemographische Angaben	30
5.1.2	Chronische Erkrankungen	32
5.1.3	Zahnärztliche Leistungen	33
5.1.4	Ambulante Arztkontakte	36
5.2	Ergebnisse der Paarlingsanalysen	38
5.2.1	Versicherte mit/ ohne chronische Erkrankung	38
5.2.2	Versicherter mit/ ohne Zahnarztbehandlung	40
5.2.3	Versicherter mit/ ohne chronische Erkrankung und Zahnarztkontakt	57
5.2.4	Versicherte mit/ ohne chronische Erkrankung und Parodontalbehandlung	68
5.3	Parodontalbehandlung vor und nach Inzidenzdatum	79
5.4	Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten	82
5.4.1	Versicherte mit inzidentem Diabetes	82

5.4.2	Versicherte mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	91
6	Literatur	99
7	Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	105
8	Anhangsverzeichnis	126
9	Anhang	127

1.1

Kontext

Umfangreiche empirische Evidenz weist auf einen bestehenden Zusammenhang zwischen Zahnerkrankungen (insbesondere Parodontitis) und verschiedenen weiteren chronischen Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall, hin (1). Jedoch wird der gemeinsamen Betrachtung des allgemeinen Gesundheitszustandes und der Mundgesundheit in Deutschland bislang nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet (2, 3). Es gibt Hinweise, dass Zahnmediziner, hausärztlich oder anderweitig tätige Arztgruppen diese Zusammenhänge nicht ausreichend mit ihren Patient*innen kommunizieren und der Austausch zwischen den Arztgruppen beschränkt ist (2, 3).

Es wird davon ausgegangen, dass eine intensivere intersektorale Zusammenarbeit von Human- und Zahnmedizin zu einer verbesserten Qualität und Ressourcen-Allokation in der Versorgung führt. Das Dent@Prevent Projekt setzt an diesem Punkt an mit dem Ziel ein Modell für ein interdisziplinäres (zahn-)ärztliches Entscheidungsunterstützungssystem (Decision Support Systems (DSS)) zu entwickeln. In das Entscheidungsunterstützungssystem sollen Informationen aus Routinedaten der gesetzlichen Krankenkassen (GKV), patientenzentrierten Survey-Daten (PROMs via Smartphone-App) sowie die beste verfügbare wissenschaftliche Evidenz integriert werden.

GKV-Routinedaten bieten einen umfassenden und longitudinalen Datensatz, der frei ist von Selektions- und Erinnerungsbias. Nach derzeitigem Kenntnisstand wurden Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und anderen chronischen Erkrankungen mittels Routinedaten für Deutschland kaum untersucht. Einen ersten Schwerpunkt in diese Richtung wurde im BARMER Zahnreport 2017 gesetzt, in dem das Eintreten einer Zahnextraktion nach Parodontistherapie bei Personen mit bzw. ohne Diabetes mellitus betrachtet wurde (4). Nach multivariater Analyse zeigte sich ein höheres Risiko für eine Zahnextraktion bei Personen mit Diabetes mellitus (4).

1.2

Forschungsfrage

Dieses Arbeitspaket (AP₃) des Dent@Prevent Projektes befasst sich mit der Fragestellung, ob sich mittels Routinedaten der GKV statistische Zusammenhänge zwischen zahnmedizinischen und anderen chronischen Erkrankungen präzisieren lassen. Da im Gegensatz zu anderen chronischen Erkrankungen (5) für die Operationalisierung von dentalen Erkrankungen mittels Routinedaten derzeit kein standardisiertes Vorgehen bekannt ist, wurde im ersten Schritt als Übersicht zu bestehenden methodischen Ansätzen in diesem Bereich eine Scoping Studie durchgeführt. Anschließend wurden GKV-Routinedaten ausgewertet.

Im Rahmen der Routinedatenanalyse wurde im Speziellen Folgendes untersucht:

- i. Häufigkeit und Verteilung von chronisch-systemischen Erkrankungen (z. B. Diabetes, koronare Herzkrankheit, Schlaganfall) und zahnmedizinischer Inanspruchnahme (im Speziellen Parodontalbehandlungen)
- ii. Morbiditäts- und Inanspruchnahme-Profile von Patient*innen mit/ohne chronisch-systemische Erkrankung und mit/ohne Zahnarztkontakt (bzw. Parodontalbehandlung)
- iii. Präzisierung des Zusammenhangs zwischen Parodontalbehandlungen und dem Verlauf von chronischen systemischen Erkrankungen, wie Diabetes und koronarer Herzkrankheit

Die Scoping Studie wurde nach dem entsprechenden methodischen Konzept von Arksey und O'Malley (6) durchgeführt, welches auf fünf Stufen basiert.

Stufe 1: Identifikation der Forschungsfrage

In der ersten Stufe wurden die Forschungsfragen präzisiert. Diese lauten wie folgt:

- Wie viele Studien, die den Zusammenhang zwischen dentalen und weiteren chronischen Erkrankungen untersuchen, wurden auf Basis von Routinedaten bis zum jetzigen Zeitpunkt durchgeführt?
- Welche Studiendesigns wurden im Rahmen dieser Studien angewandt?
- Wie wurden dentale Erkrankungen, sowohl als Exposition als auch als Outcome, auf Basis von Routinedaten operationalisiert?
- Welche Limitationen wurden in Bezug auf die Verwendung von Routinedaten berichtet?

In der vorliegenden Arbeit lag ein besonderer Fokus auf den Krankheitsbildern Diabetes, koronare Herzkrankheit und chronisch-respiratorische Erkrankungen, da diese für eine hohe Krankheitslast und Mortalität in Deutschland verantwortlich sind (7). Ebenfalls wurden vor allem Parodontalerkrankungen, Zahnverlust und Karies als die drei dentalen Erkrankungen mit der höchsten Krankheitslast betrachtet (8).

Stufe 2: Identifikation relevanter Studien

Es wurden drei elektronische Datenbanken (Pubmed, Web of Science, LILACS) im Mai 2018 durchsucht. Die Suchstrategie umfasste neben allgemeinen Begriffen zu dentalen und chronischen Erkrankungen ebenfalls spezifische Krankheitsbilder, wie Diabetes, kardiovaskuläre oder zerebrovaskuläre Erkrankungen, sowie Parodontalerkrankung, Karies und Zahnverlust. Des Weiteren wurden Begrifflichkeiten zu Routinedatenanalyse und Krankenkasse ergänzt (Suchstrategie am Beispiel für Pubmed s. Anhang 1) Diese Suchstrategie wurde in Anlehnung an das in AP2 durchgeführte Umbrella Review entwickelt. Final wurden die Literaturverzeichnisse der nach Volltext-Screening eingeschlossenen Studien nach weiteren relevanten Studien durchsucht.

Stufe 3: Selektion der Studien

Alle auf Basis der Literaturrecherche gefundenen Studien wurden in das Literaturverwaltungsprogramm Endnote übertragen. Dopplungen wurden entfernt. Im Anschluss wurden Titel und Abstract der gefundenen Studien von zwei Reviewern (KB, IS) anhand der Ein- und Ausschlusskriterien unabhängig voneinander bewertet. Studien wurden eingeschlossen, wenn (i) in Englisch publiziert wurde, (ii) dentale Erkrankungen/ Behandlungen und weitere chronische Erkrankungen thematisiert wurden und (iii) Krankenkassendaten ausgewertet wurden. Reviews und Kommentare zu Studien wurden ausgeschlossen. Wurden Studien im Rahmen des Titel/ Abstract-Screenings eingeschlossen, folgte im Anschluss eine unabhängige Begutachtung der Volltexte durch die zwei Reviewer (KB, IS). Unterschiedlich bewertete Studien wurden diskutiert und einstimmig ein- oder ausgeschlossen.

**Stufe 4: Informationen
zusammentragen**

Um relevante Informationen zu selektieren wurde eine Übersichtstabelle in Excel angelegt. Diese umfasste folgende Themen:

- Eigenschaften der Studien: Autor*innen, Publikationsjahr, Land, Studiendesign, Ziel der Studie, untersuchte dentale/ andere chronische Erkrankung
- Methodik: Datenbasis, Exposition, Outcome, Kovariablen, Statistik, Limitationen

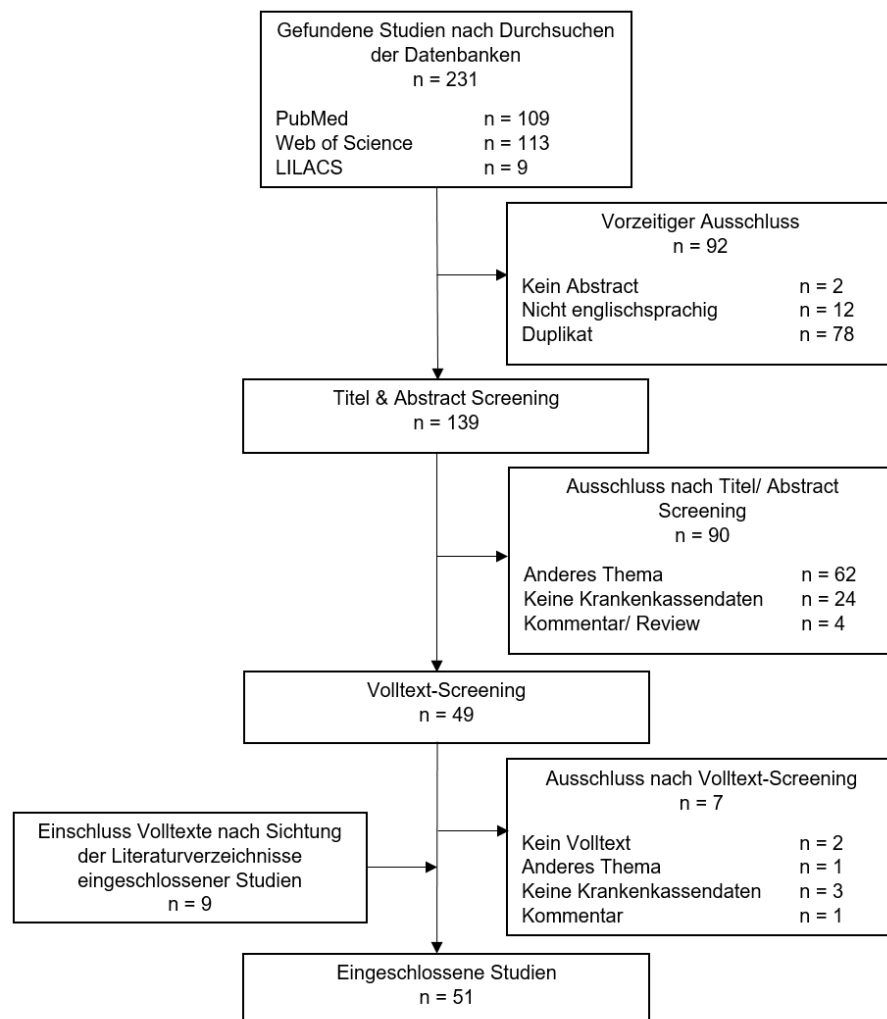
**Stufe 5: Zusammenfassung
und Präsentation
der Ergebnisse**

Final wurden die in Stufe 4 extrahierten Informationen numerisch zusammengefasst und aufbereitet.

Auf Basis der Datenbank-Recherche wurden 231 Studien gefunden. Nach Ausschluss von Duplikaten und Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden 51 Studien final eingeschlossen (Abb. 1).

Abb. 1

Flow-Chart der Artikelselektion



© PMV 2019

3.1

Eigenschaften der Studien

Die Artikel der eingeschlossenen Studien wurden in den Jahren 2010 bis 2018 veröffentlicht. 78 % (n=40) der Studien stammen aus Taiwan und basieren auf Daten der National Health Insurance Research Database (NHIRD) (9-48). Des Weiteren wurden fünf Studien aus Amerika (49-53), vier aus Korea (54-57) und jeweils eine aus Dänemark (58) und Japan (59) eingeschlossen.

In Bezug auf das Studiendesign wurde in 38 (74 %) Studien ein Kohortendesign angewandt (9-12, 14, 16-22, 24, 25, 28-36, 38-45, 48, 49, 52-55, 58). Sieben Studien verwendeten ein Fall-Kontroll-Design (13, 23, 26, 27, 37, 46, 47,

58), fünf Studien ein Querschnittsdesign (50, 51, 56, 57, 59) und eine Studie ein Case-Crossover-Design (15). In zwei Studien wurde ein Kohortendesign berichtet, obwohl Exposition und Outcome zum gleichen Zeitpunkt erhoben wurden. Diese Studien wurden final als Querschnittsdesign eingestuft (56, 57).

Anhand der Fragestellungen konnten die Studien wie folgt gruppiert werden:

- 31 (61 %) Studien untersuchten zahnmedizinische Aspekte als Exposition und weitere chronische Erkrankungen als Outcome (9, 11-13, 15-21, 24, 26, 27, 29-38, 44-48, 54, 55).
- Acht Studien (16%) untersuchten chronische Erkrankungen als Exposition und zahnmedizinische Aspekte als Outcome (10, 23, 25, 28, 40, 43, 49, 58).
- In sieben Studien wurden die Auswirkungen von dentalen Erkrankungen oder Behandlungen auf den Verlauf einer nicht-dentalen chronischen Erkrankung untersucht (14, 22, 39, 41, 42, 52, 53). Die Auswirkungen auf den Krankheitsverlauf wurden gemessen durch (i) eintretende Verschlechterung der Erkrankung oder Auftreten weiterer chronischer Erkrankungen, (ii) Gesundheitskosten, (iii) Anzahl an Krankenhausaufenthalten.

Fünf Studien konnten auf Grund des Querschnittsdesigns bei dieser Einteilung nicht berücksichtigt werden.

3.2

Methodische Aspekte der Studien

Dentale Aspekte

In den Studien wurden hauptsächlich die folgenden drei zahnmedizinischen Themen behandelt: Parodontalerkrankungen, Zahnwurzelbehandlung und zahnmedizinische Inanspruchnahme. Dabei wurde der Bereich der Zahnwurzelbehandlung in nur einer Studie untersucht (35). Die Inanspruchnahme zahnmedizinischer Behandlungen wurde in sechs Studien (25 %) betrachtet (15-17, 37, 49, 59).

Mit 86 % wurden Parodontalerkrankungen oder -behandlungen in den Studien (n=44) am häufigsten thematisiert (Tab. 1). In 39 dieser Studien waren Diagnosecodes vorhanden. Entsprechend basierte die Operationalisierung von Parodontalerkrankungen in den meisten Fällen allein auf Diagnosecodes (n=20) oder es wurden Diagnose- und Behandlungs-codes kombiniert (n=17). In einigen wenigen Studien wurde für die Operationalisierung von Parodontalerkrankungen die Diagnosecodes mit einer vorliegenden Antibiotikatherapie oder der Leistung einer Zahnsteinentfernung (dental scaling) verknüpft. Dahingegen nutzten fünf Studien allein das Vorliegen einer Parodontalbehandlung für die Operationalisierung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich in vier der fünf Fälle um amerikanische Studien handelte, deren Routedaten keine dentalen Diagnosecodes beinhalten.

Tab. 1

Operationalisierung von Parodontalerkrankungen

Operationalisierung	n	Artikel
Diagnose Parodontalerkrankung	20	(9-12, 20, 21, 24-28, 38, 40, 44-46, 54, 55, 57, 58)
Diagnose Parodontalerkrankung UND Behandlung	17	(18, 22, 23, 26, 27, 29-33, 36, 38, 39, 41-43, 56)
Parodontalbehandlung	5	(48, 50-53)
Diagnose Parodontalerkrankung UND Antibiotikatherapie oder Parodontalbehandlung (ohne DS) oder DS ≥ 3 mal im Jahr	3	(13, 19, 34)
Diagnose Parodontalerkrankung UND Antibiotikatherapie oder DS ≥ 3 mal im Jahr	1	(47)
Diagnose Parodontalerkrankung UND Antibiotikatherapie oder Parodontalbehandlung (ohne DS)	1	(14)
a) ≥ 1 Diagnose Parodontalerkrankung UND Antibiotikatherapie oder Parodontalbehandlung; b) \geq Diagnose Parodontalbehandlung UND DS innerhalb eines Jahres	1	(12)

DS: Dental Scaling/ Zahnsteinentfernung

Chronische Erkrankungen In den Studien wurde eine Vielzahl an chronischen Erkrankungen untersucht. Am häufigsten wurde Diabetes betrachtet (n=11). Dabei wurde in fünf dieser Studien Versicherte mit Diabetes als Studienpopulation definiert. Des Weiteren wurden neben kardiovaskulären und zerebrovaskulären Erkrankungen u.a. auch Depression, Asthma, Hörverlust oder Lupus erythematoses einbezogen.

Limitationen Routinedaten Krankenkassendaten werden routinemäßig für Abrechnungszwecke erhoben, wodurch bei der Verwendung für Forschungszwecke Einschränkungen bestehen. Als bedeutendste Limitationen wurden unmeasured confounding und der non-differential misclassification bias in den Studien genannt.

Im Rahmen von unmeasured confounding wurde vor allem das Fehlen von Lifestyle-Faktoren (n=35), klinischen Daten bzw. Laborparametern (n=17) oder der familiären Vorgeschichte (n=16) thematisiert. Dabei wurde vor allem das Fehlen von Angaben zum Zigarettenkonsum als bedeutender Risikofaktor sowohl für Parodontalerkrankungen, als auch für viele weitere chronische Erkrankungen hervorgehoben (24, 30, 40, 41, 49, 58). Chang et al. (9) versuchten den Zigaretten- und Alkoholkonsum durch den Einschluss von COPD-Diagnosen und alkoholbedingten Erkrankungen in ihrer Arbeit zu berücksichtigen. Egeberg et al. (58) nutzen einen zuvor entwickelten Algorithmus, der die Behandlung und

Verschreibung von Arzneimitteln zur Raucherentwöhnung, sowie verschiedenste Diagnosen, wie Rauchen, Tabakkonsum oder Lungenerkrankungen, kombinierte (60). Einschränkend wird jedoch in verschiedenen Studien darauf hingewiesen, dass sowohl ein ungenauer Proxy, als auch unmeasured confounding Residual Confounding begünstigen kann (9, 17, 35, 44). Um diese Limitationen zu umgehen, wurden in einer Studie die Krankenkassendaten mit Daten aus einer Primärerhebung kombiniert, in der Lifestyle-Faktoren durch einen Selbstausfüller Fragebogen erhoben wurden (59).

In manchen Studien wurde hervorgehoben, dass klinische Daten oder Laborergebnisse für die Bestimmung des Schweregrades einer Parodontalerkrankung notwendig sind (19, 43, 46, 47). In 15 Studien wurde die fehlende Angabe zum Schweregrad der Parodontalerkrankung als Einschränkung genannt. In acht Studien wurde versucht mit verschiedenen Indikatoren den Schweregrad der Parodontalerkrankung zu erfassen. Dies umfasste die Anzahl an Zahnarztbesuchen auf Grund einer Parodontalerkrankung (9, 13, 19, 47) oder den dazugehörigen kumulierten Kosten (13, 19, 47), die Kombination der Diagnose einer Parodontalerkrankung und verschiedene Arten der Behandlung (18, 36, 38, 43), sowie die Abrechnung einer operativen Behandlung der Parodontalerkrankung (13, 19) oder von Antibiotika (19).

Am zweithäufigsten wurde ein non-differential misclassification bias als Limitation in den Studien genannt. Um die Validität einer Parodontalerkrankung zu erhöhen, wurde in neun Studien zur Operationalisierung dieser Erkrankung das Vorliegen von mindestens zwei oder drei Diagnosen vorausgesetzt (24-27, 41, 44-46, 54). In sechs Studien wurde die Kombination von Diagnosecodes und Behandlungen empfohlen, um den Fehler einer Fehlkodierung zu reduzieren (14, 30, 31, 33, 42, 52). Dahingegen wird in der Arbeit von Newton et al. (50) das Heranziehen von Parodontalbehandlung als guter Proxy für die Erhebung von Parodontalerkrankung bewertet. Begründet wird dies mit einer hohen Sensitivität trotz geringer Spezifität.

In den Studien wird weiterhin als problematisch thematisiert, dass auf Basis von Krankenkassendaten Versicherte, die das Gesundheitssystem nicht in Anspruch nehmen oder keine Diagnose trotz Erkrankung erhalten, fälschlicherweise als Kontrollen eingestuft werden (15, 18, 22, 27, 33, 34). Letztendlich kamen die meisten Studien jedoch zu dem Schluss, dass solch ein misclassification bias zu einer Unterschätzung des wahren Zusammenhangs führt (bias towards the null).

In acht Studien wurde darauf hingewiesen, dass die Verwendung von Krankenkassendaten zu einem medical surveillance bias führen kann. Dies bedeutet, dass Patienten, die häufiger zum Arzt gehen eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, dass vorliegende Erkrankungen aufgedeckt werden und somit eine Diagnose dokumentiert wird.

**3.2.1
Fazit**

Krankenkassendaten stellen eine vielversprechende und nützliche Datenquelle dar, um den Zusammenhang zwischen Parodontalerkrankungen und nicht-dentalen chronischen Erkrankungen zu untersuchen. Eine standardisierte und validierte Methodik für die Operationalisierung von Parodontalerkrankungen aus Basis von Krankenkassendaten konnte jedoch nicht aufgedeckt werden. Liegen dentale Diagnosecodes in den Krankenkassendaten vor, scheint deren Nutzung am ehesten für die Operationalisierung geeignet. Somit wird auf Basis dieser Scoping Studie eine Speicherung von dentalen Diagnosecodes in Krankenkassendaten empfohlen.

4.1

Datenbasis

Datenbasis der vorliegenden Studie ist eine Vollerhebung der versichertenbezogenen Routinedaten der InGef-Forschungsdatenbank. Das InGef – Institut für angewandte Gesundheitsforschung Berlin GmbH – unterstützt Forschung im Gesundheitswesen. Als Tochterunternehmen der spectrumK GmbH, ein Service Dienstleister für öffentliche Auftraggeber im Gesundheitswesen, kann auf die Daten der mit spektrumK zusammenarbeitenden Krankenkassen, die hierzu ihr Einverständnis erklärt haben, zurückgegriffen werden (zur Datenbank siehe (61), zu Routinedaten allgemein siehe (62)).

Leistungszeitraum

Es wurden Daten für den Leistungszeitraum 01.01.2011 bis 31.12.2016 zur Verfügung gestellt.

Repräsentativität

Die überwiegende Zahl der beteiligten Krankenkassen in der InGef-Datenbank sind Betriebskrankenkassen. Aufgrund der historischen Entwicklung der Krankenkassen bestehen trotz inzwischen eingeführter Wahlfreiheit Unterschiede zwischen den Kassen in der Alters- und Geschlechtsstruktur, wie auch hinsichtlich sozioökonomischer Faktoren. Während für Hochrechnungen auf Versicherte in Deutschland die Alters- und Geschlechtsunterschiede kontrolliert werden können, ist dies für andere Parameter versichertenbezogen nur sehr eingeschränkt möglich. Ergebnisse beruhend auf Krankenkassendaten haben diesbezüglich Limitationen, die bei der Interpretation und Verallgemeinerung berücksichtigt werden müssen (63). Für einen früheren Zeitraum (2013) konnte für die hier herangezogene Datenbank jedoch gezeigt werden, dass wesentliche von der sozioökonomischen Situation mitbeeinflusste Inanspruchnahmeparameter, wie Hospitalisierung, Mortalität und Verordnungshäufigkeit, eine gute Übereinstimmung mit Angaben des statistischen Bundesamtes bezogen auf die Bevölkerung in Deutschland (für Hospitalisierung und Mortalität) sowie mit Angaben des GKV-Arzneimittelindex für GKV Versicherte (für Verordnungsraten) aufwiesen (61).

4.1.1

Datenprofile

Eine pseudonymisierte Versicherten-Identifikationsnummer, die in allen Sektoren gleich war, erlaubte die Leistungsdaten der verschiedenen Sektoren: ambulante (zahn)ärztliche Leistungen, Arzneimittelverordnungen, Heil- und Hilfsmittel, stationäre Leistungen und Arbeitsunfähigkeitsdaten zu verknüpfen.

Erhobene Variablen

An versichertenbezogenen Daten standen pseudonymisiert in einer Grundaufbereitung als SQL-Datenbank zur Verfügung:

- Stammdaten: Geschlecht, Alter (Monat und Jahr des Geburtsdatums), Wohnort (Kreisgemeindeschlüssel, Bundesland), Sterbedatum (Monat und Jahr)
- Mitgliedszeiten: Versicherungstage, Versicherungsstatus (z. B. Auslandsaufenthalt, Kostenerstattung)
- Ambulante ärztliche Daten mit Diagnosen (quartalsbezogen) und Leistungsziffern (mit Tag der Leistungserbringung), pseudonymisierte Lebenslange

Arztnummer (LANR) mit Facharztgruppenschlüssel, pseudonymisierte Betriebsstättennummer der abrechnenden Praxis, Vertragsart (z. B. hausarztzentrierte Versorgung, integrierte Versorgung, besondere ambulante ärztliche Versorgung), GKV-Kosten pro Fall

- Zahnärztliche Daten mit Leistungsziffer (mit Tag der Leistungserbringung), Bezugsjahr und Abrechnungsquartal, GKV-Kosten pro Fall, behandelter Zahn
- Arzneimitteldaten: Pharmazentralnummer, Anzahl verordneter Packungen, ATC-Code, Verordnungs-/ Abgabedatum, pseudonymisierte Identifikationsnummer (LANR) des ausstellenden ärztlichen Personals mit Facharztgruppenschlüssel, GKV-Kosten
- Stationäre Aufenthalte: Beginn und Ende des Aufenthalts, Aufnahme- & Entlassungsgrund, Aufnahme- & Entlassungsabteilung, Verweildauer, Aufnahmetyp (vor-, teil-, vollstationär, ambulant), Tagesfall, Diagnosen (Aufnahme-, Neben-, Entlassungsdiagnosen), OPS-Code und Datum der Leistungserbringung
- Heil- und Hilfsmittel mit Leistungs- und Verordnungsdatum, zugehöriger Diagnose, verordnete Menge, pseudonymisierte Identifikationsnummer (LANR) des ausstellenden ärztlichen Personals mit Facharztgruppenschlüssel, GKV-Kosten
- Arbeitsunfähigkeitsdaten: Beginn und Ende der Arbeitsunfähigkeit, Beginn und Ende der Krankengeldzahlung, Diagnose, pseudonymisierte Identifikationsnummer (LANR) des ausstellenden ärztlichen Personals mit Facharztgruppenschlüssel, GKV-Kosten Krankengeld

Klassifikation und Verschlüsselung

Ambulante ärztliche Diagnosen

Die ambulanten ärztlichen Diagnosen liegen quartalsbezogen nach ICD-10-GM (International Classification of Diseases, German Modification) verschlüsselt vor (64). Zu den Diagnosen müssen von den Ärzt*innen Angaben zur Diagnosesicherheit gemacht werden. Es gibt die Modifikatoren G (Gesicherte Diagnose), V (Verdacht auf), A (Ausgeschlossene Diagnose), Z (Zustand nach).

Versorgungsverträge

Neben allgemein gültigen Kollektivverträgen, die die Krankenversorgung zwischen Krankenkassen und Leistungserbringern bzw. -anbietern verbindlich regeln, können Selektivverträge geschlossen werden. Selektivverträge, wie die integrierte Versorgung (IGV), hausarztzentrierte Versorgung (HZV) oder die besondere ambulante ärztliche Versorgung (BAV), ermöglichen den Abschluss von Direktverträgen zwischen Krankenkassen und Leistungserbringern und -anbietern (65). In den vorliegenden Daten ist erkennbar, um welche Art von Versorgungsvertrag es sich handelt und über welchen Zeitraum dieser bestand. Dabei hat sich gezeigt, dass die Behandlungsdauer im Rahmen von Selektivverträgen über ein Quartal hinausgehen kann (s. Kapitel 4.2.1).

Ärztliche Leistungen	<p>Die vertragsärztlichen Leistungen werden als 5-stellige Leistungsziffern nach dem Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM), KBV-spezifisch (KBV = Kassenärztliche Bundesvereinigung), Landes-KV-spezifisch oder auch EBM-abgewandelt, dann mit einem Buchstabenzusatz, versehen (66).</p> <p>Die im Rahmen von Selektivverträgen erbrachten Leistungen können neben Einzelleistungen zum Teil über vertragsabhängige Pauschalen, Vorhaltezuschläge oder ergebnisabhängige Zusatzvergütungen abgerechnet werden, wofür Sonderziffern vergeben werden (67).</p>
Arzneimittelverordnungen	<p>In den GKV-Daten sind alle ärztlich rezeptierten Verordnungen, die von den GKV-Versicherten in einer Apotheke eingelöst werden, enthalten. Zur Compliance der Patient*innen – inwieweit die verordneten Arzneimittel also tatsächlich angewendet werden – liegen keine Informationen vor.</p> <p>In den GKV-Daten ebenfalls nicht erfasst sind »Privatverordnungen«, vor allem also Rezepte für nicht erstattungsfähige Medikamente, und der gesamte Bereich der Selbstmedikation. Ebenso wenig finden sich – von Ausnahmen (OPS Kapitel 6) abgesehen – die im stationären Sektor applizierten Medikamente, da die Kostenerstattung nicht im Einzelbelegverfahren erfolgt, sondern mit den jeweiligen Tagessätzen bzw. Pauschalen (DRGs) abgegolten ist.</p>
ATC-Klassifikation der Fertigarzneimittel	<p>In dem vom InGef zu Verfügung gestellten Datensatz liegen die Arzneimittelverordnungen als Pharmazentralnummer und mit zugehöriger Anatomisch-Therapeutisch-Chemischer (ATC)-Klassifikation (68) kodiert vor.</p>
Stationäre Diagnosen	<p>Für die stationären Aufenthalte sind die Aufnahme-, die Hauptentlassungs- und Nebendiagnosen erfasst. Die stationären Diagnosen liegen ebenfalls ICD-10-GM verschlüsselt vor.</p>
Stationäre Behandlung	<p>Hierunter sind alle Arten von Inanspruchnahme stationärer Einrichtungen zusammengefasst. Die Leistungen werden nach dem Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) kodiert (69).</p>
Zahnärztliche Leistungen	<p>Zahnärztliche Leistungen werden nach dem einheitlichen Bewertungsmaßstab für Zahnärztliche Leistungen (BEMA) bei der Krankenkasse abgerechnet.</p> <p>Vertragszahnärztliches Personal, die ebenfalls vertragsärztlich tätig sind, können bei einem einheitlichen Behandlungsfall die erbrachten Leistungen entweder über die Kassenzahnärztliche Vereinigung mittels BEMA-Ziffer oder über die Kassenärztliche Vereinigung (Gebührenordnung der Ärzte (GOÄ)) abrechnen (70).</p> <p>Die Zahnärztlichen Leistungsdaten der BEMA-Teile 2-5 liegen in der Forschungsdatenbank erst ab dem Jahr 2012 vollständig vor.</p>

4.2

Daten: Aufbereitung und Definitionen

Vor der Auswertung wurden die Daten Plausibilitätsprüfungen und Übersichtsanalysen unterzogen. Des Weiteren wurden die, für die Auswertung erforderlichen, Variablen definiert oder neu gebildet (z. B. Multimorbidität) und Fall-Kontrollpopulationen bestimmt.

4.2.1

Plausibilitätsprüfung

Im Rahmen der Plausibilitätsprüfung wurden ambulante und stationäre Leistungsdaten teilweise neu aufbereitet. Bei den stationären Daten wurden doppelt vorkommende Fälle im Forschungsdatensatz auf einen per Zufall ausgewählten Fall reduziert.

Stationäre Kosten

Für stationäre Fälle, für die negative oder keine Kosten vorlagen, wurden Kosten imputiert. Es wurde eine vom InGef ausgearbeitete Methode angewandt und wie folgt vorgegangen:

Auf Basis der stationären Fälle mit vorliegenden Kosten innerhalb der gesamten InGef Forschungsdatenbank wurden für einen Krankenhaustag die mittleren Kosten pro DRG und Jahr berechnet. Anschließend wurden die ermittelten mittleren Kosten bei den Fällen mit entsprechender DRG auf die Verweildauer hochgerechnet und eingesetzt. Dieses Vorgehen hat das Ziel, die Zu- und Abschläge bei Grenzverweildauererletzung mit zu berücksichtigen. Lag keine Angabe zur DRG vor, wurden auf Basis der gesamten InGef Forschungsdatenbank für einen Krankenhaustag die mittleren Kosten pro Behandlungstyp (vor-, teil-, vollstationär, ambulant) und Jahr berechnet und die Kosten auf die entsprechende Verweildauer des stationären Falles hochgerechnet.

Stationärer Behandlungszeitraum

Im Datensatz waren stationäre Fälle vorhanden, bei denen das Krankenhausaufnahmedatum nach dem Entlassungsdatum lag. Da auf Grund von weiteren fehlenden Daten (z. B. OPS, DRG) keine vollständige Imputation des Behandlungszeitraums erfolgen konnte, wurden diese stationären Fälle aus dem Datensatz entfernt (0,0128 % aller stationären Fälle).

Fehlende ambulante Diagnosen

Bei der Prüfung der Daten hat sich gezeigt, dass nicht jedem ambulanten Fall eine Diagnose zugeschrieben werden kann. Es wurde deutlich, dass vor allem bei den Selektivverträgen Fälle ohne Diagnosen auftauchen (Tab. 2).

Tab. 2 Anzahl und Anteil an ambulanten Fällen ohne ICD-Diagnose nach Vertragsformen, 2011-2016

Jahr	Gesamt			Nach Vertragsform											
	Fälle	Fälle ohne		KV			BAV			HZV			IGV		
	gesamt	Diagnose	%	Fälle	Fälle ohne	%	Fälle	Fälle ohne	%	Fälle	Fälle ohne	%	Fälle	Fälle ohne	%
	n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
2011	119.765	33.609	0,1	364.174	3	0,0	3.989	33	0,8	734.286	33.529	4,6	17.316	44	0,3
2012	164.215	53.842	0,1	162.395	0		20.517	2.577	12,6	795.331	36.918	4,6	185.972	14.347	7,7
2013	983.674	47.581	0,3	817.367	0		94.464	72.519	76,8	849.327	45.672	5,4	222.516	29.390	13,2
2014	923.328	50.907	0,3	718.932	4	0,0	119.617	81.263	67,9	849.254	49.273	5,8	235.525	20.367	8,6
2015	647.776	41.498	0,3	400.475	1	0,0	115.871	74.773	64,5	862.986	54.541	6,3	268.444	12.183	4,5
2016	783.224	52.923	0,3	448.693	8	0,0	123.025	83.597	68,0	874.881	57.681	6,6	336.625	11.637	3,5

KV: Kassenärztliche Vereinigung; BAV: Besondere ambulante ärztliche Versorgung; HZV: Hausarztzentrierte Versorgung; IGV: Integrierte Versorgung. © PMV 2019

Nach Rücksprache mit Expert*innen des InGef kann das Fehlen der ambulanten Diagnosen wie folgt erklärt werden:

- In der Hausarztzentrierten Versorgung (HZV) und der Integrierten Versorgung (IGV) können zum Teil kontaktunabhängige Pauschalen durch das betreuende hausärztliche Personal abgerechnet werden. Das bedeutet, dass die Hausarzt*innen mittels Leistungsziffer eine Pauschale abrechnen können, ohne dass der Versicherte im Quartal die entsprechende Arztpraxis aufgesucht hat.
- In der besonderen ambulanten ärztlichen Versorgung (BAV) kann es vertraglich geregelt sein, ob die Diagnosen vom behandelnden ärztlichen Personal in dem Abrechnungsdatensatz an die Krankenkassen übermittelt werden müssen. Es ist möglich, dass Diagnosen von den Abrechnungsdienstleistern nicht übermittelt werden, wenn diese von der Krankenkasse nicht explizit gefordert werden.

Es gibt keinen Hinweis darauf, dass Diagnosen für die in dieser Arbeit relevanten chronischen Erkrankungen (Diabetes, KHK, Schlaganfall) fehlen. Ein vollständiger Ausschluss der Personen, für die auf Fallebene zum Teil keine Diagnosen vorliegen, würde parallel zum Ausschluss der zugehörigen vollständig dokumentierten Fälle führen. Dies würde den Anteil an Personen mit relevanten chronischen Erkrankungen reduzieren. Um diesen Selektionseffekt zu vermeiden, erfolgte kein Ausschluss von Personen, für die ambulante Fälle ohne zugehörige Diagnose dokumentiert sind.

Ambulante Behandlungszeiträume

Des Weiteren hat die Plausibilitätsprüfung ergeben, dass im Forschungsdatensatz ambulante Fälle vorhanden sind, deren Behandlungszeitraum über ein Quartal hinausgeht. Da für die Analysen die Daten auf Quartalsebene vorliegen müssen, wurden die über ein Quartal hinausreichenden Behandlungszeiträume in Quartale aufgeteilt und entsprechend neue Fälle generiert (s. Abb. 2 - Abb. 4).

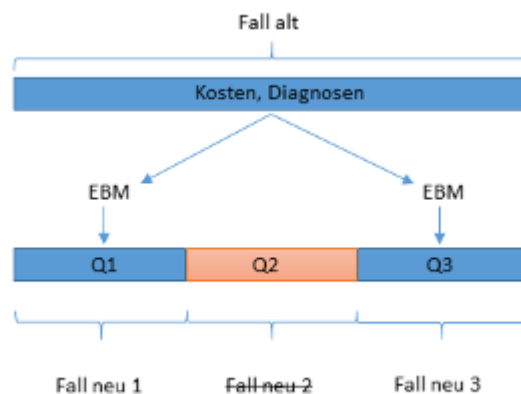
Von den neu generierten Fällen wurden folgende in den Datensatz aufgenommen:

- Lagen alle EBM-Leistungsdaten im Behandlungszeitraum des alten Falles, wurden diejenigen neuen Fälle berücksichtigt, für die im entsprechenden Quartal eine EBM-Leistung vorlag (Abb. 2).
- Lagen EBM-Ziffern sowohl innerhalb als auch außerhalb des alten Behandlungszeitraums, wurden die außerhalb des Behandlungszeitraums dokumentierten EBM-Leistungen dem ersten neuen Fall zugeordnet. Des Weiteren wurden alle neuen Fälle mit EBM-Leistung im zugehörigen Quartal berücksichtigt (s. Abb. 3).
- Lagen alle EBM-Ziffern außerhalb des Behandlungszeitraums des alten Falles, wurden die EBM-Ziffern dem ersten neu generierten Fall zugeordnet (s. Abb. 4).

Die ursprünglich fallbezogen vorliegenden ambulanten Kosten wurden anteilmäßig auf den Zeitraum der neuen Fälle aufgeteilt und jedem neuen Fall wurden die Diagnosen des alten Falles zugeordnet.

Abb. 2

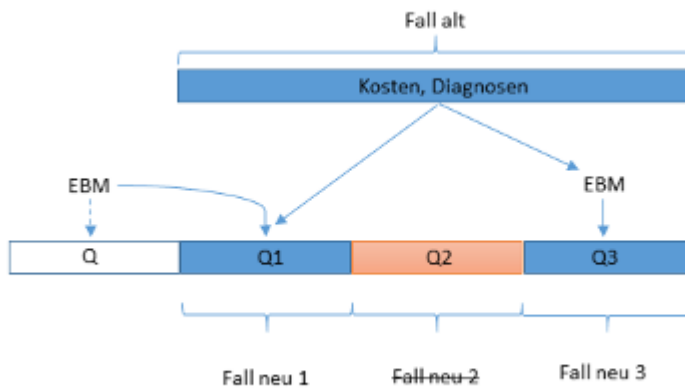
Datenaufbereitung: EBM-Leistungen innerhalb des Behandlungszeitraums des ambulanten alten Falles



Blau: Zeitraum des alten Falles bzw. Zeitraum des neuen Falles, der in Analysen berücksichtigt wird. Orange: Zeitraum des neuen Falles, der auf Grund der fehlenden Zuordnung von EBM-Leistungen nicht berücksichtigt wird.
Q = Quartal

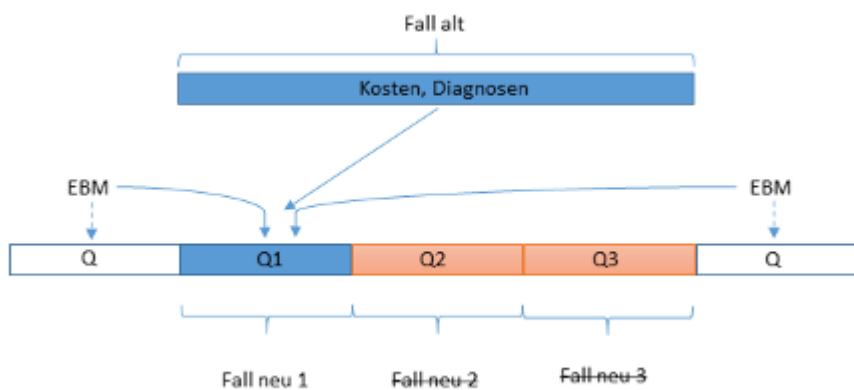
© PMV 2019

Abb. 3 Datenaufbereitung: Mindestens eine EBM-Leistung innerhalb und eine außerhalb des Beobachtungszeitraums des ambulanten alten Falles



Blau: Zeitraum des alten Falles bzw. Zeitraum des neuen Falles, der in Analysen berücksichtigt wird. Orange: Zeitraum des neuen Falles, der auf Grund der fehlenden Zuordnung von EBM-Leistungen nicht berücksichtigt wird. Weiß: Quartale, die außerhalb des Behandlungszeitraums des alten Falles liegen. © PMV 2019
Q = Quartal

Abb. 4 Datenaufbereitung: Alle EBM-Leistungen außerhalb des Beobachtungszeitraums des ambulanten alten Falles



Blau: Zeitraum des alten Falles bzw. Zeitraum des neuen Falles, der in Analysen berücksichtigt wird. Orange: Zeitraum des neuen Falles, der auf Grund der fehlenden Zuordnung von EBM-Leistungen nicht berücksichtigt wird. Weiß: Quartale, die außerhalb des Behandlungszeitraums des alten Falles liegen. © PMV 2019
Q = Quartal

4.2.2 Variablendefinitionen

Im folgenden Abschnitt werden die Variablen definiert, die neugebildet wurden oder bei denen sich Änderungen ergaben.

Bundesland

Angaben zum Bundesland werden monatlich berichtet. Entsprechend ist es möglich, dass ein Versicherter bspw. auf Grund von Umzügen innerhalb eines Jahres im Forschungsdatensatz mehreren Bundesländern zugeordnet werden kann.

Für die vorliegende Auswertung wurde jedem Versicherten pro Jahr nur ein Bundesland zugewiesen, um bei den jahresbezogenen Auswertungen Doppelnennungen zu vermeiden. Es wurde das Bundesland mit der längsten Aufenthaltsdauer gewählt. War ein Versicherter in mehreren Bundesländern gleich lang ansässig und die jeweilige Aufenthaltsdauer entsprach dem längsten beobachteten Zeitraum, wurde ein Bundesland per Zufall ausgewählt.

Nielsen-Gebiete

Die Nielsen-Gebiete gliedern Deutschland in verschiedene Regionen, die sich an den Bundeslandgrenzen orientieren. Ein Nielsen-Gebiet kann jedoch mehrere Bundesländer umfassen (Tab. 3). Die Zuteilung zu den Gebieten erfolgt anhand von demografischen, sozialen und ökonomisch-strukturellen Aspekten (71). Die Nielsen-Gebiete werden im Rahmen der multivariaten Analysen verwendet.

Tab. 3

Zuordnung der Bundesländer zu Nielsen-Gebieten

Nielsen-Gebiet	Bundesland
Nord (West)	Hamburg
	Bremen
	Schleswig-Holstein
	Niedersachsen
NRW	Nordrhein-Westfalen
Mitte	Hessen
	Rheinland-Pfalz
	Saarland
BW	Baden-Württemberg
Bayern	Bayern
Ost (Nord)	Berlin
	Mecklenburg-Vorpommern
	Brandenburg
	Sachsen-Anhalt
Ost (Süd)	Thüringen
	Sachsen

Quelle [71]

Ambulante Versorgung

Um die ambulante Versorgung abzubilden, wurde die Anzahl an in Anspruch genommener Arztgruppen (nach Fachgruppenschlüssel) pro Jahr berechnet. Dabei wurden Zahnmediziner nicht berücksichtigt.

Zahnärztliche Leistungen

In den Analysen wurde sowohl die Inanspruchnahme mindestens einer zahnärztlichen Leistung (bzw. ein Zahnarztkontakt), als auch mind. einer Parodontalbehandlung im entsprechenden Beobachtungszeitraum untersucht.

Bei den zahnärztlichen Leistungen wurden alle Abrechnungsziffern, d. h. sowohl nach BEMA, als auch nach GOÄ, berücksichtigt. Die Parodontalbehandlung wurde anhand der BEMA-Ziffern P200-203, 108 und 111 definiert (Tab. 7).

Das zahnmedizinische Leistungsquartal und -jahr wurde wie folgt bestimmt:

- aus vorliegendem letzten Leistungsdatum des Falls
- oder*
- aus Abrechnungsquartal und Bezugsjahr

Krankenhausaufenthalt und Verweildauer

Bei der Beschreibung der Anzahl an Krankenhausaufenthalten pro Person und Jahr wurden alle Personen mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt berücksichtigt.

Für die Darstellung der Aufenthaltsdauer im Krankenhaus wird jahresweise die durchschnittliche Verweildauer aller vollstationären Krankenhausaufenthalte in Tagen berechnet. Die über ein Kalenderjahr hinausreichende Krankenhausaufenthaltsdauer wird entsprechend auf den ersten oder letzten Tag des Kalenderjahres begrenzt. Teilstationäre Fälle werden nicht berücksichtigt, da allein anhand des Aufnahme- und Entlassungsdatums keine genaue Verweildauer bestimmt werden kann (72).

Die hier berechnete Verweildauer wird definiert als Aufnahmetag und jeder weitere Tag im Krankenhaus mit Ausnahme des Entlassungstages. Bei Tagesfällen wird die Verweildauer auf einen Tag gesetzt. Vollständige Tage der Beurlaubung während eines vollstationären Krankenhausaufenthaltes können auf Grund fehlender Angaben nicht herausgerechnet werden. Entsprechend kann die hier dargestellte Verweildauer die wahre Verweildauer leicht überschätzen (betrifft 7,0 % aller vollstationären Fälle).

Multimorbidität

In der Literatur wird Multimorbidität beschrieben als das Vorliegen mehrerer Erkrankungen ohne Bezug zu einer Index- oder Haupterkrankung (73), wobei eine Vielzahl unterschiedlicher Operationalisierungen vorliegen (74).

Für die vorliegende Studie wurde unter anderem eine dichotome Variable zur Beschreibung von vorliegender Multimorbidität gebildet. Hierzu liegt kein methodischer Standard vor. In Primärerhebungen werden häufig chronische Erkrankungen aus drei und mehr unterschiedlichen Organsystemen gefordert (75). Hieran orientiert sich die hier gewählte Operationalisierung. Zur Erfassung von Multimorbidität wurden zunächst die ICD-10 Diagnosen entsprechend der ICD-Systematik Version 2013 zu Diagnosegruppen zusammengefasst (76). Während alle stationären Diagnosen einbezogen wurden, erfolgte eine Eingrenzung der ambulanten Diagnosen auf solche mit dem Zusatz G (Gesicherte

Diagnose) oder Z (Zustand nach). Diagnosen des Kapitels XXI (ICD-10 Z00-Z99) und des Kapitels XXII (ICD-10 U00-U99) wurden nicht berücksichtigt.

Nach der hier herangezogenen Definition liegt bei einem Versicherten eine Multimorbidität vor, wenn Diagnosen aus mindestens drei verschiedenen Diagnosegruppen und diese jeweils über mindestens drei Quartale im Jahr dokumentiert sind.

Um das Ausmaß an vorhandener Morbidität zu erfassen, wird zusätzlich der Charlson Index (Charlson-Comorbidity Index, CCI) herangezogen. Dabei wird der CCI hauptsächlich bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten (Studienpopulation 2) im Rahmen der multivariaten Analysen verwendet. Für diese Studie werden unter Komorbiditäten jegliche Begleiterkrankungen ohne Berücksichtigung der definierten Index- bzw. Haupterkrankung (Diabetes bzw. KHK) gefasst (73). Für den CCI erfolgte eine Orientierung hauptsächlich an der Arbeit von Quan et al. (77), wobei folgende Modifizierungen vorgenommen wurden:

- Es fand eine Neuordnung der Diabetes ICD-Codes statt. Abweichend zu Quan et al. wurden alle ICD-Codes mit Komplikationen einer Gruppe („Diabetes mit Komplikationen“) zugeordnet.
- In Anlehnung an die ursprüngliche Arbeit von Charlson et al. (78) wurden Lymphome und Leukämien von der Kategorie Krebserkrankungen separiert.

Final wurden 19 Komorbiditäten mit den dazugehörigen ICD-Codes (Anhang 2) festgelegt. Für die Definition der Komorbiditäten wurden ambulante Diagnosen mit der Modifikation gesichert („G“) oder Zustand nach („Z“), sowie stationäre Entlassungs- und Nebendiagnosen herangezogen. Die ambulanten und stationären Nebendiagnosen wurden zusätzlich intern validiert. Eine ambulante Diagnose im Beobachtungsjahr gilt als valide, wenn drei Quartale zuvor oder drei Quartale nach dem Diagnosequartal eine weitere ambulante oder stationäre Nebendiagnose gestellt wurde (M2Q-Kriterium). Entsprechend gilt eine Nebendiagnose im Beobachtungsjahr als valide, wenn drei Quartale zuvor oder danach eine weitere ambulante Diagnose gestellt wurde. Für die Übereinstimmung der Diagnosen wurden die dreistelligen ICD-10 Codes herangezogen.

Ein Indexwert wurde jahresweise (Beobachtungsjahr) bestimmt. Lagen bei einem Versicherten in einem Beobachtungsjahr Diagnosen für zwei Ausprägungen einer Erkrankung (leicht/ schwer) vor, wurde für die Indexberechnung das Gewicht der schwereren Erkrankung herangezogen. Dies betrifft die Krankheitsbilder Diabetes und Lebererkrankung. Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten wurde ein durchschnittlicher Indexwert berechnet. Dazu wurden die CCI-Werte ein Jahr vor Inzidenzquartal und zwei Jahre nach Inzidenzquartal herangezogen.

Bei der Indexberechnung wurde die Haupterkrankung der zu Grunde liegenden Studienpopulation (Diabetes, koronare Herzkrankheit) nicht berücksichtigt:

- Diabetes: Ausschluss Diabetes mit und ohne Komplikationen

- Koronare Herzkrankheit: Ausschluss Myokardinfarkt

Multimedikation

Auch für die Operationalisierung von Multimedikation gibt es keinen Standard. Vielfach wird das Vorliegen von fünf und mehr verschiedenen Wirkstoffen (auf ATC-Ebene) pro Quartal als Proxy für Multimedikation herangezogen. In der hier durchgeführten Studie wird noch eine zeitliche Komponente berücksichtigt. Für die Operationalisierung wurde eine Methodik vorgeschlagen, die auch die Chronizität berücksichtigt, in dem über vier Quartale mindestens fünf unterschiedliche Wirkstoffe (ATC 7-Steller, ohne Varia (ATC 1-Steller V)) verordnet sein müssen.

GKV-Kosten verschiedener Sektoren

Im Rahmen der GKV-Kostenanalysen wurden der ambulante und stationäre Bereich, als auch Arzneimittel-, Heil- und Hilfsmittelkosten berücksichtigt. Im ambulanten Sektor wurden jedoch nur die Kosten aus dem humanärztlichen Bereich, d. h. ohne Zahnarztkosten, betrachtet.

Die Kosten nach Sektoren lagen wie folgt vor:

- Die ambulanten und stationären Kosten standen fallbezogen zur Verfügung. Dies bedeutet, dass beispielsweise für eine Person mit einem ambulanten Arztbesuch in einem Quartal (ambulanter Fall) die Kosten aller erhaltenen Leistungen (EBM) als Summe vorlagen. Der Zeitraum eines stationären Krankenhausaufenthaltes kann über die Jahresgrenze hinausgehen. Da die Kosten jahres- oder quartalsbezogen berechnet wurden, wurde der fallbezogene Behandlungszeitraum nach Quartalen differenziert und die Kosten anteilig auf die neuen Zeiträume aufgeteilt. Bei den stationären Kosten wurde jegliche Behandlungsart im Krankenhaus, d. h. vor-, teil-, vollstationär, ambulant (OPS-Leistungen), berücksichtigt.
- Kosten für Heil- und Hilfsmittel lagen für jede individuelle Leistung (z. B. Gehhilfen oder allgemeine Krankengymnastik) vor.
- Bei den Arzneimittelkosten wurde der Nettobetrag, d. h. der Brutto-Apothekenverkaufspreis abzüglich gesetzlicher Zuzahlung der Versicherten, dem gesetzlichen Apotheken- und Herstellerabschlag verwendet. Eventuelle Rabattverträge wurden nicht berücksichtigt.

Für die komplexen Zusammenhangsanalysen wurden neben den Kosten der einzelnen Sektoren (ambulant, stationär, Arzneimittel) Gesamtkosten betrachtet. Die Gesamtkosten wurden definiert als

- (1) Summe der ambulanten (ohne Zahnarztkosten), stationären Kosten und Arzneimittelkosten
- (2) Summe der ambulanten (ohne Zahnarztkosten), stationären Kosten, Arzneimittel-, Heil- und Hilfsmittelkosten.

Bei der Betrachtung des Krankheitsbildes Diabetes mellitus wurden in den komplexen Zusammenhangsanalysen die Arzneimittelkosten differenziert nach diabetesspezifisch und nicht-diabetesspezifisch. Die diabetesspezifischen

schen Kosten setzen sich zusammen aus den Kosten für die verordnete Antidiabetika (ATC-Code A10). Bei den nicht-diabetesspezifischen Kosten werden Antidiabetika entsprechend nicht berücksichtigt.

Indirekte Kosten Arbeitsunfähigkeit

Arbeitsunfähigkeit und die damit einhergehenden Krankheitstage führen zu einem Produktionsausfall. Die dadurch verbundenen Kosten der verlorenen Produktivität werden hier als indirekte Kosten bestimmt.

Für die Berechnung der indirekten Kosten wurde die Anzahl an Tagen mit Arbeitsunfähigkeit multipliziert mit dem durchschnittlichen geschlechtsspezifischen Tagesbruttoeinkommen im Jahr 2016. Dazu wurde das durchschnittliche Bruttoeinkommen von Männern mit 3.898 € und von Frauen mit 3.258 € im Jahr 2016 zu Grunde gelegt (79).

4.2.3 Falldefinitionen

Für diese Arbeit wurden Versicherte mit einer gesicherten chronischen Erkrankung, wie Diabetes mellitus, koronare Herzkrankheit (KHK), Schlaganfall, bzw. Versicherte mit Inanspruchnahme mindestens einer zahnärztlichen Leistung definiert. Bei Bedarf (abhängig von der Fragestellung) erfolgte ein Vergleich mit entsprechenden Kontrollpersonen, d. h. Personen für die die jeweilige chronische Erkrankung nicht dokumentiert ist oder zahnärztlichen Leistungen nicht vorliegen.

Zusätzlich wurden Personen mit einer gesicherten chronischen Erkrankung (Diabetes mellitus, KHK, Schlaganfall) und mindestens einem zahnärztlichen Kontakt mit Personen ohne chronische Erkrankung und mindestens einem Zahnarztkontakt gegenüber gestellt.

Im Folgenden werden zuerst die Definitionen für die einzelnen Fallgruppen beschrieben und im Anschluss die Kontrollpersonen dargestellt. Die Definitionen beruhen allein auf den dokumentierten Diagnosen.

Diabetes mellitus

Ein Versicherter wurde als Patient*in mit Diabetes mellitus definiert, wenn

- im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Entlassungsdiagnose vorlag oder
- im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Nebendiagnose vorlag und drei Quartale vor und/ oder nach dem Indexquartal eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G oder Z vorlag

oder

- im ambulanten Sektor in einem Quartal (=Indexquartal) des Kalenderjahres eine Diagnose mit dem Modifikator G dokumentiert wurde und drei Quartale vor und/ oder nach dem Indexquartal eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G oder Z vorlag.

Es wurden die in Tab. 4 gelisteten ICD-Codes berücksichtigt.

Tab. 4

ICD-10-Codes Diabetes mellitus

ICD	Bezeichnung
E10.-	Diabetes mellitus Typ 1
E11.-	Diabetes mellitus Typ 2
E12.-	Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung (Malnutrition)
E13.-	Sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus
E14.-	Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus

Koronare Herzkrankheit

Ein Versicherter wurde als Patient*in mit koronarer Herzkrankheit definiert, wenn

- im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Entlassungsdiagnose vorlag oder
 - im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Nebendiagnose vorlag und drei Quartale vor und/ oder nach dem Indexquartal eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G oder Z vorlag
- oder
- im ambulanten Sektor in einem Quartal (=Indexquartal) des Kalenderjahres eine Diagnose mit dem Modifikator G dokumentiert wurde und drei Quartale vor und/ oder nach dem Indexquartal eine weitere ambulante Diagnose mit dem Modifikator G oder Z vorlag.

Es wurden die in Tab. 5 gelisteten ICD-Codes berücksichtigt.

Tab. 5

ICD-10-Codes koronare Herzkrankheit (KHK)

ICD	Bezeichnung
I20.-	Angina pectoris
I21.-	Akuter Myokardinfarkt
I22.-	Rezidivierender Myokardinfarkt
I23.-	Bestimmte akute Komplikation nach akutem Myokardinfarkt
I24.-	Sonstige akute ischämische Herzkrankheit
I25.-	Chronische ischämische Herzkrankheit
Z95.1	Vorhandensein eines aortokoronaren Bypasses
Z95.5	Vorhandensein eines Implantates oder Transplantates nach koronarer Gefäßplastik

Schlaganfall

Ein Versicherter wurde als Patient*in mit Schlaganfall definiert, wenn

- im jeweiligen Kalenderjahr eine stationäre Entlassungsdiagnose vorlag.

Es wurden die in Tab. 6 gelisteten ICD-Codes berücksichtigt.

Tab. 6

ICD-10-Codes Schlaganfall

ICD	Bezeichnung
I61.-	Intrazerebrale Blutung
I63.-	Hirninfarkt
I64.-	Schlaganfall, nicht als Blutung oder Infarkt bezeichnet

Chronische Erkrankung mit mind. einem Zahnarztkontakt

In diese Fallgruppe wurden Versicherte eingeschlossen, wenn die zuvor genannte Definition der jeweiligen chronischen Erkrankung zutraf und im Bezugsjahr mindestens ein Zahnarztkontakt bestand. Ein Zahnarztkontakt wurde definiert als eine zahnärztlich abgerechnete Leistung nach einheitlichem Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (BEMA) (Teile 1-5) oder Gebührenordnung der Ärzte (GOÄ). Es wurde jeweils eine Fallgruppe pro chronische Erkrankung, d. h. Diabetes mellitus, KHK, Schlaganfall, ausgegeben.

Zahnärztliche Leistungen

Eine weitere Fallgruppe umfasst Personen, für die mindestens eine zahnärztlich abgerechnete Leistung nach BEMA (Teile 1-5) oder GOÄ in einem Jahr vorlag.

Parodontalbehandlungen

Für die Definition von Versicherten mit mindestens einer Parodontalbehandlung im jeweiligen Jahr, wurden die in Tab. 7 gelisteten BEMA-Ziffern verwendet.

Tab. 7

Abrechnungsziffern der Parodontalbehandlung nach einheitlichen Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (BEMA)

BEMA	Beschreibung
P200	Systematische Behandlung von Parodontopathien (Supra- und subgingivales Debridement), geschlossenes Vorgehen je behandeltem einwurzeligen Zahn
P201	Systematische Behandlung von Parodontopathien (Supra- und subgingivales Debridement), geschlossenes Vorgehen je behandeltem mehrwurzeligen Zahn
P202	Systematische Behandlung von Parodontopathien (chirurgische Therapie), offenes Vorgehen je behandeltem einwurzeligen Zahn
P203	Systematische Behandlung von Parodontopathien (chirurgische Therapie), offenes Vorgehen je behandeltem mehrwurzeligen Zahn
108	Einschleifen des natürlichen Gebisses zum Kauebenenausgleich und zur Entlastung, je Sitzung
111	Nachbehandlung im Rahmen der systemischen Behandlung von Parodontopathien

Kontrollgruppen

Als Kontrollen wurden alle Versicherten der vorliegenden Studienpopulation gewertet, für die die entsprechende Falldefinition nicht zutraf. Dies bedeutet, dass sich unter den Versicherten Personen befinden können, bei denen die oben genannten Diagnosen in einem Zeitfenster von vier Quartalen nur einmal im ambulanten Sektor kodiert waren.

Da die medikamentöse Therapie mit Antidiabetika (ATC-Code A10) eng mit dem Krankheitsbild Diabetes mellitus verknüpft ist, wurde bei der Definition von Personen ohne gesicherten Diabetes das Vorliegen von Antidiabetika-Verordnungen ebenfalls ausgeschlossen.

**4.2.4
Grundgesamtheit**

Die Grundgesamtheit wurde bezogen auf das Kalenderjahr gebildet und zwar für die Jahre 2011 bis 2016. Die Grundgesamtheit des jeweiligen Kalenderjahres umfasst alle Personen, die mindestens einen Tag im Jahr versichert waren.

Das Hauptaugenmerk dieser Studie liegt auf Zusammenhängen zwischen chronischen und dentalen Erkrankungen. Von der Kassenzahnärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein werden mit Ausnahme der Daten zu Individualprophylaxe und Früherkennungsuntersuchungen keine zahnärztlichen Leistungsdaten der BEMA-Teile 1 bis 4 geliefert. Entsprechend wurden Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein aus allen Analysen ausgeschlossen (entspricht 3,2 %).

**4.2.5
Studienpopulation 1**

Die Studienpopulation 1 umfasst Personen aus der Grundgesamtheit, die im jeweiligen Jahr (2011-2016) mindestens 18 Jahre alt und durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert waren.

In Analysen, die einen Zeitraum von zwei oder drei Jahren beobachten, wurden Personen aus der Studienpopulation 1 herangezogen, die

- im jeweiligen Zweijahreszeitraum das erste Jahr durchgängig und das zweite Jahr durchgängig bzw. bis zum Tod durchgängig versichert waren
- im jeweiligen Dreijahreszeitraum in den ersten zwei Jahren durchgängig und im dritten Jahr durchgängig bzw. bis zum Tod durchgängig versichert waren.

**4.2.6
Studienpopulation 2**

Die Studienpopulation 2 umfasst Personen aus der Grundgesamtheit, die zwischen 2011 bis 2016 durchgängig versichert und im Jahr 2013 mindestens 18 Jahre alt waren. Dies bedeutet, dass ebenfalls alle Personen ausgeschlossen wurden, die im jeweiligen Jahr bis zum Tod durchgängig versichert waren. Zusätzlich wurden nur Personen eingeschlossen, die im Jahr 2013 eine gesicherte Erstdiagnose (inzidente Fälle) der entsprechenden chronischen Erkrankung (Diabetes, koronare Herzkrankheit) aufwiesen.

Inzidenz	<p>Ein Versicherter mit chronischer Erkrankung (Diabetes, koronare Herzkrankheit) wurde als inzidenter Fall definiert, wenn für ihn acht Quartale vor dem ersten Diagnosequartal im Jahr 2013 keine entsprechende ambulante (Modifikator G, Z) oder stationäre Neben- bzw. Entlassungsdiagnose dokumentiert war.</p> <p>Bei der Definition eines Falles mit inzidentem Diabetes durften zusätzlich acht Quartale vor dem ersten Diagnosequartal keine Antidiabetika-Verordnung (ATC-Code A10) vorliegen.</p>
Inzidenzdatum	<p>Da Diagnosen im ambulanten Sektor quartalsbezogen angegeben sind, wurde das Inzidenzdatum folgendermaßen festgelegt: Es wurde das erste Abrechnungsdatum einer ambulanten Leistung oder Verordnung von dem ärztlichen Personal, das die Zieldiagnose dokumentiert hat, festgesetzt oder – falls früher – das Aufnahmedatum eines Krankenhausaufenthaltes mit Diagnose der entsprechenden chronischen Erkrankung.</p>

4.3

Verwendete Software und statistische Methoden

Die Daten befinden sich in einer Datenbank (SQL-Server 2016 unter Windows 2012 R2 Standard) und wurden mit SQL und SAS 9.4 ausgewertet.

4.3.1

Deskriptive Statistik

Deskriptive Analysen wurden vor allem bei der Basisauswertung, der Paarlingsanalyse und für den Vergleich der Inanspruchnahme einer Parodontalbehandlung im Zeitfenster von zwei Jahren vor und nach Inzidenzquartal angewandt.

Es wurden absolute und relative Häufigkeiten berechnet und Lage-, sowie Streuungsmaße bestimmt. Dies umfasst die Bestimmung von Modus, Median, Mittelwert, als auch Minimum, Maximum, Quartile und Standardabweichung. Als graphische Darstellung wurden teilweise Boxplots erstellt.

4.3.2

Paarlingsanalysen

Für die deskriptive Untersuchung der Eigenschaften von Versicherten mit ausgewählter chronischer Erkrankung bzw. Inanspruchnahme mind. einer zahnmedizinischen Behandlung (im Folgenden als Fälle bezeichnet) im Vergleich zu Personen ohne diese chronische Erkrankung bzw. zahnmedizinische Behandlung (hier Kontrollen), wurden alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge gebildet. Wenn möglich, wurde ein individuelles 1:1-Matching durchgeführt.

Ein individuelles Matching ist jedoch nicht sinnvoll, wenn die Gruppe der Fälle deutlich größer als die Kontrollgruppe ist. Dies trifft auf die hier definierte Population von Versicherten mit bzw. ohne mind. einer zahnmedizinischen Behandlung zu. In diesem Fall würde die Alters- und Geschlechtsstruktur der Kontrollen auf die gematchten Paare übertragen. Mit dem Ziel die Alters- und Geschlechtsstruktur der Fälle innerhalb der gematchten Paarlinge zu erhalten,

wurde eine Art des frequency Matchings angewandt. Es wurde wie folgt vorgegangen:

- Durchführung eines 1:1 Matching. Im Anschluss wurde für jede Alters- und Geschlechtsgruppe (hier nach Altersjahrgang) der Anteil an gematchten Paaren an allen vorliegenden Fällen in der Alters- und Geschlechtsgruppe berechnet.
- Final wurde über alle Alters- und Geschlechtsgruppen hinweg der kleinste Anteilswert ausgewählt.
- In jeder Alters- und Geschlechtsgruppe wurden nur die Kontrollen herangezogen, die unterhalb dieses Anteils liegen. Hierzu wurden die Kontrollen zufällig sortiert und jeder Kontrolle ein prozentualer Rang zugeordnet, so dass bei jeder Kontrolle entschieden werden konnte, ob dieser Prozentrang unterhalb des kleinsten Anteilswertes lag.

Da hohe Altersgruppen tendenziell dünner besetzt sind, sinkt die Wahrscheinlichkeit alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge zu finden. Um durch die geringe Personenzahl in den hohen Altersgruppen, vor allem beim durchgeführten frequency Matching, keine deutliche Reduktion der gematchten Paarlinge zu erreichen, wurden Personen ab 90 Jahre zu einer Altersgruppe zusammengefasst.

4.3.3

Average treatment effect

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Parodontalbehandlung (Exposition) und Gesundheitskosten (Outcome) wurde der durchschnittliche Behandlungseffekt – average treatment effect (ATE) – berechnet. Es wurde in Anlehnung an die Arbeit von Nasseh et al. (53) vorgegangen.

Exposition

Die Exposition wurde definiert als Inanspruchnahme mindestens einer Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den acht Folgequartalen.

Outcome

Als Outcome wurden sowohl zwei Variationen von medizinischen Gesamtkosten (1: ambulant, stationär, Arzneimittel; 2: 1 + Heil- und Hilfsmittel), als auch die Kosten nach Sektoren (ambulant, stationär, Arzneimittel) im dritten Jahr nach erster Diagnose der spezifischen chronischen Erkrankung (Diabetes, KHK) festgesetzt. Zusätzlich wurden die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit untersucht.

Die deskriptive Analyse der Kostendaten wies sowohl in der Population von Patient*innen mit inzidentem Diabetes, als auch mit inzidenter koronarer Herzkrankheit auf eine rechtsschiefe Verteilung hin (s. Kapitel 5.4). Um die Daten einer Normalverteilung anzunähern, eine Voraussetzung für die Bildung der Bootstrap Konfidenzintervalle (s.u.), erfolgte eine Transformation durch Logarithmieren der Daten. Für das Logarithmieren der Daten wurden die Ausgangswerte um den Faktor 1 ergänzt ($\log(\text{Outcome} + 1)$).

Kovariablen	<p>Als mögliche Confounder der Exposition-Outcome-Beziehung wurden basierend auf Literaturangaben in den Analysen folgende Kovariablen berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alter im Inzidenzquartal ■ Geschlecht ■ Nielsen-Gebiete (Zeitpunkt Inzidenzquartal): Auf Grund einer geringen Zeilenbesetzung einzelner Bundesländer wurden diese zu Nielsen-Gebieten zusammengefasst (s. Kapitel . 4.2.2). Für die komplexen Analysen wurden Personen, die keinem Nielsen-Gebiet zugeordnet werden konnten ausgeschlossen. ■ Anzahl aufgesuchter ambulanter Facharztgruppen ein Jahr vor Inzidenzquartal ■ Mind. eine zahnärztliche Leistung ein Jahr vor Inzidenzquartal (dichotome Variable) ■ Charlson-Index (Durchschnittswert über 3 Jahre, s. Kapitel 4.2.2) ■ Medizinische Gesamtkosten (ambulant [ohne Zahnarzkosten], stationär, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel) ein Jahr vor Inzidenzquartal (Gesamtkosten 2 prä). Die Kosten wurden für die Analyse logarithmiert. Für das Logarithmieren der Daten wurden die Kosten zuvor um den Faktor 1 erhöht ($\log(\text{Med. Gesamtkosten}+1)$).
Univariate und bivariate Analysen	<p>Als Vorbereitung auf die multivariate Statistik und Beschreibung der jeweiligen Studienpopulation wurden uni- und bivariate Analysen durchgeführt. Es wurde sowohl die Häufigkeitsverteilung der Exposition pro Studienpopulation, als auch die Lagemaße aller Confounder und Outcomes differenziert nach Exposition ermittelt.</p>
Multivariate Analysen	<p>Mittels doppelt robuster (DR) Methode wurde der durchschnittliche Behandlungseffekt (average treatment effect, ATE) einer Parodontalbehandlung (Exposition (exp)) auf die logarithmierten Gesundheitskosten ($\log(\text{Outcome}+1)$) untersucht.</p> <p>Im Rahmen der doppelt robusten Methodik wurde die Vorgehensweise der inversen Wahrscheinlichkeitsgewichtung (inverse probability weighting (IPW)) mit einem nach den Confoundern adjustierten Poisson-Regressionsmodell kombiniert. Es wurde, ähnlich wie in Emsley et al. (80) beschrieben, vorgegangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ausgangsbasis für die Bildung von inversen Gewichten ist der Propensity Score. Dieser wurde mittels einem nach Confoundern adjustierten logistischen Regressionsmodell bestimmt. Die Exposition, Parodontalbehandlung, wurde als abhängige Variable festgesetzt. Die Prüfung der Qualität des gebildeten Propensity Scores (PS) wird im entsprechenden Abschnitt genauer beschrieben (s.u.). Die inversen Gewichte (IPW) wurden wie folgt berechnet: $\text{IPW} = \frac{\text{exp}}{\text{ps}} + \frac{(1-\text{exp})}{(1-\text{ps})}$ ■ Modellierung eines gewichteten und nach den Kovariablen adjustierten Poisson-Regressionsmodells für die Interventionsgruppe ($\text{exp}=1$) und Bestimmung der ‚predicted values‘ auf dieser Basis für den Gesamtdatensatz

$(\hat{m}_1|X)$. Der Mittelwert ergibt den ‚potential outcome mean‘ der Exponierten (POM₁).

- Modellierung eines gewichteten und nach den Kovariablen adjustierten Poisson-Regressionsmodells für die Kontrollgruppe (exp=0) und Bestimmung der ‚predicted values‘ auf dieser Basis für den Gesamtdatensatz $(\hat{m}_0|X)$. Der Mittelwert ergibt den ‚potential outcome mean‘ der Nicht-Exponierten (POM₀).

Der durchschnittliche Behandlungseffekt (ATE) ergibt sich aus dem Mittelwert der einzelnen Differenzen von $\hat{m}_1|X$ und $\hat{m}_0|X$ der Gesamtpopulation.

Zusätzlich wurden zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse in Anlehnung an die Arbeit von Nasseh et al. (81) ebenfalls ein einfaches lineares Regressionsmodell, ein IPW gewichtetes Poisson-Regressionsmodell, als auch eine adjustierte Poisson-Regression gerechnet.

Für die Berechnung der durchschnittlichen Behandlungseffekte per doppelt robuster Methode, als auch per adjustierter Poisson-Regression wurde die SAS Prozedur causaltr herangezogen (82). Die dazugehörigen Waldschen 95 %-Konfidenzintervalle wurden mittels Bootstrap ermittelt. Auf Basis der Daten konnten 999 bis 1000 Bootstrap Samples gezogen werden. Um für die Waldschen 95 % Konfidenzintervalle eine Normalverteilung zu erzielen, wurden die Gesundheitskosten per Logarithmus transformiert. Zuvor wurden alle Werte um den Wert 1 erhöht.

Für eine bessere Interpretierbarkeit der Ergebnisse erfolgte final eine Retransformation der Ergebnisse per Exponentialfunktion. Durch die Logarithmierung des Outcomes basieren die Ergebnisse auf den geometrischen und nicht auf dem arithmetischem Mittel (83). Entsprechend kann der average treatment effect als Verhältnis der geometrisch gemittelten Kosten der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten gedeutet und in Form des Prozentsatzes ausgedrückt werden.

Prüfung des Propensity Scores

Die inverse Gewichtung der Studienpopulation auf Basis des Propensity Scores verfolgt das Ziel, die Interventions- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Verteilung der Confounder anzugleichen.

Die Qualität des Propensity Scores wurde in Anlehnung an die Arbeit von Garido et al. (84) überprüft und es wurde wie folgt vorgegangen:

Eine Voraussetzung für einen adäquaten Propensity Score stellt die Überschneidung der Scores zwischen Interventions- und Kontrollgruppe dar. Hierzu wurde die Verteilung des Propensity Scores stratifiziert nach Gruppenzugehörigkeit graphisch (Balkendiagramm) dargestellt (84).

Die Balance der Kovariablen zwischen den Behandlungsgruppen, wurde anhand von standardisierten Differenzen untersucht. Es wurden sowohl die ungewichteten, als auch die gewichteten standardisierten Differenzen für jeden Confounder berechnet. Der Grenzwert bei dem von einer relativ guten Balance der Kovariablen ausgegangen werden kann reicht nach Angaben in der Literatur von 0,1-0,25 (81, 84, 85). In dieser Arbeit wird mit 0,1 der niedrigste Wert zu Grunde gelegt.

5.1

Basisauswertung

Die Basisauswertungen umfassen soziodemographische Angaben, das Vorkommen chronischer Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit und Schlaganfall, als auch die Beschreibung der Inanspruchnahme von zahnärztlichen Leistungen, im Speziellen Parodontalbehandlungen.

5.1.1

Soziodemographische Angaben

Im folgenden Abschnitt wird die Grundgesamtheit anhand soziodemographischer Angaben wie Alter, Geschlecht, Wohnort (nach Bundesland) genauer beschrieben und der Anteil an Versicherten nach Versicherungsstatus (durchgängig, nicht durchgängig, Wechsler) ausgegeben.

Dabei wird sowohl die Alters- und Geschlechtsstruktur, als auch die Bestimmung des Wohnortes beispielhaft für im Jahr 2016 mindestens einen Tag versicherte Personen dargestellt. Die Angaben zu Todesfällen, Versicherungsstatus und -zeiten werden jahresweise für den gesamten Beobachtungszeitraum (2011-2016) ausgegeben.

Tab. 8 bezieht sich auf die Alters- und Geschlechtsstruktur der im Jahr 2016 mindestens einen Tag Versicherten. Es zeigt sich ein relativ ausgeglichenes Alters- und Geschlechtsverhältnis. Bei beiden Geschlechtern sind mit 17 % die 50-59-Jährigen am häufigsten vertreten.

Tab. 8

Alters- und Geschlechtsstruktur der Grundgesamtheit 2016

Alter	Männer		Frauen		gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	287.735	9,6	273.206	9,2	560.941	9,4
10-19	323.405	10,8	301.673	10,2	625.078	10,5
20-29	397.718	13,3	373.577	12,6	771.295	12,9
30-39	409.307	13,7	424.092	14,3	833.399	14,0
40-49	466.450	15,6	481.056	16,2	947.506	15,9
50-59	505.434	16,9	494.037	16,6	999.471	16,8
60-69	297.458	10,0	297.128	10,0	594.586	10,0
70-79	198.998	6,7	194.657	6,6	393.655	6,6
80-89	90.593	3,0	108.593	3,7	199.186	3,3
90+	10.118	0,3	22.873	0,8	32.991	0,6
Gesamt	2.987.216	50,1	2.970.892	49,9	5.958.108	100,0

© PMV 2019

Tab. 9 beschreibt das Bundesland, indem Personen aus der Grundgesamtheit im Jahr 2016 den größten Teil ansässig sind. Mit 28,6 % lebt der größte Anteil an Personen aus der Grundgesamtheit im Jahr 2016 weitestgehend in Nordrhein-Westfalen.

Tab. 9 Anzahl und Anteil an Versicherten der Grundgesamtheit nach Wohnort, 2016

Bundesland	Anzahl	%
Baden-Württemberg	945.503	15,9
Bayern	1.103.397	18,5
Berlin	113.887	1,9
Brandenburg	98.821	1,7
Freie Hansestadt Bremen	25.076	0,4
Freie und Hansestadt Hamburg	69.402	1,2
Hessen	467.736	7,9
Mecklenburg-Vorpommern	102.340	1,7
Niedersachsen	647.873	10,9
Nordrhein-Westfalen	1.702.183	28,6
Rheinland-Pfalz	371.467	6,2
Saarland	50.386	0,8
Sachsen	77.064	1,3
Sachsen-Anhalt	56.083	0,9
Thüringen	80.631	1,4
Missing	46.259	0,8

Anteil an der Grundgesamtheit in 2016, N=5263122. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 10 umfasst die Anzahl an mindestens einen Tag im Jahr versicherte Personen und die Anzahl an Sterbefällen im entsprechenden Jahr. Über alle Jahre hinweg liegt der Anteil an Verstorbenen in der Grundgesamtheit bei unter 1 %.

Tab. 10 Mind. einen Tag im jeweiligen Jahr durchgängig Versicherte und Sterbefälle, 2011-2016

Jahr	mind. einen Tag im Jahr Versicherte		
	gesamt Anzahl	Anzahl	verstorben %
2011	5.669.268	33.357	0,6
2012	5.690.574	35.966	0,6
2013	5.720.624	37.349	0,7
2014	5.739.042	37.034	0,6
2015	5.832.142	41.165	0,7
2016	5.958.108	40.662	0,7

Anteil an mind. einen Tag im Jahr Versicherten (gesamt).

© PMV 2019

In Tab. 11 werden die im jeweiligen Jahr mindestens einen Tag Versicherten nach Versicherungsstatus aufgeschlüsselt und die durchschnittliche Versicherungszeit angegeben. Nicht durchgängig versicherte Personen werden definiert als Personen mit zwischenzeitlichem Wohnort im Ausland oder Personen mit Erhalt einer Kostenerstattung, wodurch eine lückenlose Dokumentation innerhalb der vorliegenden Krankenkassendaten nicht gewährleistet ist.

Es zeigt sich, dass nicht durchgängig Versicherte in allen betrachteten Jahren

einen sehr geringen Anteil ausmachen (unter 1 %). Mit ca. 90 % umfasst die Grundgesamtheit über alle Jahre zum größten Teil durchgängig Versicherte.

Tab. 11 **Versicherungsstatus und -zeiten, 2011-2016**

Jahr	durchgängig		Versicherungsstatus nicht durchgängig		Wechsler		Versicherungs- zeit (Tage) MW
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
2011	5.023.110	88,6	30.397	0,5	615.761	10,9	346
2012	5.155.988	90,6	30.593	0,5	503.993	8,9	350
2013	5.152.001	90,1	39.117	0,7	529.506	9,3	348
2014	5.187.057	90,4	41.870	0,7	510.115	8,9	349
2015	5.282.014	90,6	43.224	0,7	506.904	8,7	348
2016	5.263.122	88,3	45.217	0,8	649.769	10,9	346

durchgängig: das ganze Jahr (bzw. ab Geburt) oder bis zum Tod durchgängig versichert; nicht durchgängig: Personen mit Auslandsaufenthalt oder Kostenerstattung; MW = Mittelwert. Anteil an mind. einen Tag im Jahr Versicherten © PMV 2019

5.1.2 Chronische Erkrankungen

In Tab. 12 werden die Versicherten mit Diabetes mellitus, koronarer Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall aus der Population der durchgängig oder bis zum Tod durchgängig Versicherten (Studienpopulation 1) dargestellt. Das Vorliegen einer chronischen Erkrankung basiert auf der in Kapitel 4.2.3 dargelegten Definition. Dabei werden administrative Prävalenzen jahresweise über den gesamten Beobachtungszeitraum (2011-2016) dargestellt.

Im Jahr 2016 leiden 9,6 % der Versicherten an Diabetes, bei 6,2 % der Versicherten liegt eine koronare Herzkrankheit vor und die Prävalenz eines Schlaganfalls liegt bei 0,3 %.

Werden zum Vergleich die Ergebnisse aus der GEDA-Befragung des Robert Koch-Instituts aus dem Jahr 2014/ 2015 herangezogen, zeigen sich aufgrund unterschiedlicher Methodiken (Vollerhebung administrativer Daten versus Selbstselektion bei Primärerhebung) Abweichungen zu den dort berichteten 12-Monats-Prävalenzen. Nach Angaben der GEDA-Studie liegt die Prävalenz eines Diabetes Typ 1 und 2 bei 7,7 %, die KHK-Prävalenz bei 4,8 % und die Prävalenz eines Schlaganfalls bei 1,6 % (86-88). Die Unterschätzung der Schlaganfall-Prävalenz kann auf die Definition des Schlaganfalls auf Basis der Krankenkassendaten zurückzuführen sein. Diese basiert allein auf dem Vorliegen einer stationären Entlassungsdiagnose, sodass mild verlaufende Schlaganfallformen ohne Krankenhausaufenthalt (z. B. bei einer transitorischen ischämischen Attacke) nicht berücksichtigt werden. Die Abweichungen der Prävalenzschätzungen zu Diabetes und KHK können ebenfalls auf unterschiedliche Definitionen der Krankheitsbilder auf Basis von Befragung und Krankenkassendaten zurückzuführen sein. Des Weiteren kann, neben dem Einfluss einer freiwilligen Teilnahme an der Befragung, die differierende Zusammensetzung der Studienpopulationen eine Rolle spielen, da beispielsweise bei der Diabetes-Prävalenz regionalen Unterschieden gezeigt wurden (86).

Tab. 12 Administrative Prävalenz von Diabetes, koronarer Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall, 2011-2016

Diagnosejahr	Versicherte mit gesicherter Diagnose					
	Diabetes		KHK		Schlaganfall	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2011	356.602	8,7	243.066	5,9	10.135	0,2
2012	380.631	9,0	256.788	6,1	10.903	0,3
2013	391.026	9,3	260.530	6,2	10.852	0,3
2014	404.455	9,5	266.770	6,3	10.881	0,3
2015	418.289	9,6	273.136	6,3	11.249	0,3
2016	414.626	9,6	270.155	6,2	11.636	0,3

Anteil an der Studienpopulation 1: 2011 N=4091193, 2012 N=4209507, 2013 N=4215447, 2014 N=4253270, 2015 N=4345341, 2016 N=4338252 © PMV 2019

5.1.3 Zahnärztliche Leistungen

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Inanspruchnahme zahnärztlicher Leistungen von durchgängig oder bis zum Tod durchgängig Versicherten (Studienpopulation 1). Es werden zuerst alle zahnärztlichen Behandlungen und im Anschluss Parodontalbehandlungen betrachtet.

Da die zahnärztlichen Daten der BEMA-Teile 2-5, also inkl. der Daten zu Parodontalbehandlungen (Kap. 4), erst ab dem Jahr 2012 vollständig vorliegen, werden die Ergebnisse erst ab dem Jahr 2012 berichtet.

Zahnarztkontakt in einem Jahr

Zuerst wird die Inanspruchnahme eines Zahnmediziners unabhängig von der erbrachten Leistung jahresweise betrachtet. Dabei werden die Ergebnisse sowohl für das ganze Jahr, als auch für die einzelnen Leistungsquartale dargestellt.

Tab. 13 umfasst sowohl die zahnärztlichen Leistungen, die nach dem einheitlichen Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (BEMA) abgerechnet werden, als auch Leistungen nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ). In Tab. 14 werden die zahnärztlichen Leistungen auf die BEMA-Ziffern begrenzt.

Es wird deutlich, dass zahnärztliche Leistungen hauptsächlich per BEMA abgerechnet werden. Der Anteil an Versicherten mit Inanspruchnahme mind. einer Zahnarztbehandlung im Jahr abgerechnet nach BEMA bzw. GOÄ (Tab. 13) oder allein nach BEMA (Tab. 14) unterscheidet sich kaum.

Im Jahr 2016 nehmen mit 71,8 % etwas mehr als zwei Drittel der durchgängig Versicherten mindestens einmal eine zahnmedizinische Leistung (BEMA bzw. GOÄ) in Anspruch. Dabei liegt der Anteil an GOÄ-Leistungen unter 1 %.

Tab. 13 **Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung im Jahr nach BEMA & GOÄ, Leistungsjahr 2012-2016**

Leistungs- jahr	1.Quartal		2.Quartal		3.Quartal		4.Quartal		gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2012	1.180.074	28,0	1.194.079	28,4	1.162.625	27,6	1.559.955	37,1	2.984.933	70,9
2013	1.229.810	29,2	1.301.954	30,9	1.230.842	29,2	1.640.915	38,9	3.031.379	71,9
2014	1.304.012	30,7	1.299.609	30,6	1.276.066	30,0	1.667.816	39,2	3.072.393	72,2
2015	1.320.244	30,4	1.350.057	31,1	1.276.511	29,4	1.705.843	39,3	3.118.363	71,8
2016	1.299.881	30,0	1.395.659	32,2	1.266.775	29,2	1.693.478	39,0	3.116.244	71,8

Anteil an der Studienpopulation 1: 2012 N=4209507, 2013 N=4215447, 2014 N=4253270, 2015 N=4345341, 2016 N=4338252 © PMV 2019

Tab. 14 **Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung im Jahr nach BEMA, Leistungsjahr 2012-2016**

Leistungs- jahr	1.Quartal		2.Quartal		3.Quartal		4.Quartal		gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2012	1.178.244	28,0	1.192.695	28,3	1.161.327	27,6	1.558.323	37,0	2.982.190	70,8
2013	1.228.438	29,1	1.301.555	30,9	1.230.443	29,2	1.640.525	38,9	3.030.840	71,9
2014	1.303.612	30,6	1.299.230	30,5	1.275.688	30,0	1.667.438	39,2	3.072.295	72,2
2015	1.319.870	30,4	1.349.620	31,1	1.276.136	29,4	1.705.376	39,2	3.118.260	71,8
2016	1.299.392	30,0	1.395.213	32,2	1.266.373	29,2	1.693.069	39,0	3.116.135	71,8

Anteil an der Studienpopulation 1: 2012 N=4209507, 2013 N=4215447, 2014 N=4253270, 2015 N=4345341, 2016 N=4338252 © PMV 2019

Zahnarztkontakt in zwei Jahren

Im Folgenden wird der Anteil an Versicherten dargestellt, die innerhalb von zwei aufeinander folgenden Jahren mindestens eine zahnmedizinische Behandlung in Anspruch genommen haben.

Der Anteil bezieht sich auf Personen, die im ersten Beobachtungsjahr durchgängig und im zweiten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert waren. Es wird wiederum differenziert nach Zahnarztkontakten, die einerseits nach BEMA und nach GOÄ (Tab. 15) und andererseits nur nach BEMA abgerechnet werden können (Tab. 16). Dabei zeigen sich ebenfalls keine deutlichen Unterschiede zwischen den Ergebnissen mit Ein- bzw. Ausschluss von GOÄ-Abrechnungsziffern. 81,0 % der Versicherten hatten im letzten betrachteten Zweijahreszeitraum (2015/ 2016) mindestens einen Zahnarztkontakt.

Tab. 15

Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA, GOÄ) innerhalb von zwei Jahren, 2012-2015

Zeitraum Jahre	Versicherte Anzahl	mind. ein Zahnarztkontakt im Zeitraum	
		Anzahl	%
2012/13	3.931.583	3.189.140	81,1
2013/14	3.957.073	3.224.142	81,5
2014/15	4.029.378	3.278.537	81,4
2015/16	4.046.907	3.279.318	81,0

Versicherte: Im ersten Jahr durchgängig versichert und im zweiten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert. © PMV 2019

Tab. 16

Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA) innerhalb von zwei Jahren, 2012-2015

Zeitraum Jahre	Versicherte Anzahl	mind. ein Zahnarztkontakt im Zeitraum	
		Anzahl	%
2012/13	3.931.583	3.187.918	81,1
2013/14	3.957.073	3.223.941	81,5
2014/15	4.029.378	3.278.455	81,4
2015/16	4.046.907	3.279.251	81,0

Versicherte: Im ersten Jahr durchgängig versichert und im zweiten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert. © PMV 2019

Zahnarztkontakt in drei Jahren

Tab. 17 und Tab. 18 stellen den Anteil an Versicherten dar, die innerhalb von drei Jahren mindestens einen Zahnarztkontakt hatten. Der Berechnung liegen Personen zu Grunde, die in den ersten zwei Beobachtungsjahren durchgängig und im letzten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert waren. Es wird wiederum differenziert zwischen abgerechneten zahnärztlichen Leistungen allein nach BEMA (Tab. 18) oder nach BEMA bzw. GOÄ (Tab. 17). Dabei werden keine Unterschiede bei Ein- bzw. Ausschluss der GOÄ-Abrechnungsziffern deutlich.

Es zeigt sich, dass über einen dreijährigen Beobachtungszeitraum 86 % der Versicherten mindestens einen Zahnarzaufenthalt hatten.

Tab. 17

Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA, GOÄ) innerhalb von drei Jahren, 2012-2014

Zeitraum Jahre	Versicherte Anzahl	mind. ein Zahnarztkontakt im Zeitraum	
		Anzahl	%
2012-2014	3.711.838	3.186.689	85,9
2013-2015	3.767.007	3.235.225	85,9
2014-2016	3.775.791	3.237.552	85,7

Versicherte: In ersten beiden Jahren durchgängig versichert und im zweiten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert. © PMV 2019

Tab. 18

Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA) innerhalb von drei Jahren, 2012-2014

Zeitraum Jahre	Versicherte Anzahl	mind. ein Zahnarztkontakt im Zeitraum	
		Anzahl	%
2012-2014	3.711.838	3.186.161	85,8
2013-2015	3.767.007	3.235.101	85,9
2014-2016	3.775.791	3.237.496	85,7

Versicherte: In ersten beiden Jahren durchgängig versichert und im zweiten Jahr durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert. © PMV 2019

Parodontalbehandlungen

Tab. 19 beschreibt die absolute und relative Häufigkeit von durchgängig und bis zum Tod durchgängig Versicherten (Studienpopulation 1), die eine Parodontalbehandlung (Leistungsziffern nach BEMA, s. Kapitel 4.2.3, Tab. 7) im jeweiligen Jahr in Anspruch genommen haben.

Dabei zeigt sich über alle Jahre hinweg mit unter 2 % eine geringe Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen. Am häufigsten werden die Ziffern 111, P200 und P201 abgerechnet.

Tab. 19

Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung gesamt und differenziert nach BEMA-Ziffer, 2012-2016

Jahr	Parodontalbehandlungen													
	gesamt		108		111		P200		P201		P202		P203	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2012	69.470	1,2	30.856	0,5	67.279	1,2	68.003	1,2	66.701	1,2	2.256	0,0	2.871	0,1
2013	74.886	1,3	33.820	0,6	72.711	1,3	73.402	1,3	71.946	1,3	2.302	0,0	3.018	0,1
2014	77.407	1,3	35.710	0,6	75.371	1,3	75.966	1,3	74.576	1,3	2.302	0,0	2.910	0,1
2015	78.809	1,4	36.970	0,6	77.015	1,3	77.564	1,3	76.052	1,3	2.210	0,0	2.768	0,0
2016	78.294	1,3	37.260	0,6	76.518	1,3	76.966	1,3	75.547	1,3	2.178	0,0	2.800	0,0

Mehrfachnennung möglich. Gesamt: mind. eine Parodontalbehandlung (P200-P203, 108, 111). Anteil an der Studienpopulation 1: 2012 N=4209507, 2013 N=4215447, 2014 N=4253270, 2015 N=4345341, 2016 N=4338252 © PMV 2019

**5.1.4
Ambulante Arztkontakte**

Im Folgenden wird zuerst der Anteil an Personen in der Gruppe der durchgängig und bis zum Tod durchgängig Versicherten (Studienpopulation 1) dargestellt, die das Gesundheitssystem in irgendeiner Form nicht in Anspruch nehmen. Dabei wird differenziert zwischen Personen ohne Hausarztkontakt, ohne Zahnarztkontakt, ohne Hausarzt- und Zahnarztkontakt, als auch Personen ohne Besuch einer ambulanten Arztgruppe (mit bzw. ohne Zahnarztkontakt) im jeweiligen Jahr (Tab. 20).

Letztendlich wird deutlich, dass unabhängig vom Jahr etwas weniger als ein Drittel der Versicherten keinen Zahnmediziner und 14-15 % keine Hausärzt*in-

nen aufsuchen. Werden alle ambulant tätigen Mediziner (ZA & amb. Arztgruppe) betrachtet, weisen 5 % der Versicherten keine Inanspruchnahmen dieser Arztgruppen innerhalb eines Jahres auf.

Tab. 20 Anzahl und Anteil Versicherter ohne mind. einen Arztkontakt im Jahr differenziert nach Arztgruppen, 2012-2016

Jahr	Versicherte ohne Inanspruchnahme folgender Arztgruppe(n) im Jahr									
	ZA		HA		amb. Arztgrp		ZA & HA		ZA & amb. Arztgrp	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2012	1.224.574	29,1	642.234	15,3	320.615	7,6	394.787	9,4	224.233	5,3
2013	1.184.068	28,1	575.990	13,7	270.466	6,4	354.964	8,4	193.353	4,6
2014	1.180.877	27,8	607.037	14,3	281.953	6,6	373.947	8,8	202.033	4,8
2015	1.226.978	28,2	600.486	13,8	281.523	6,5	372.761	8,6	204.045	4,7
2016	1.222.008	28,2	587.176	13,5	277.031	6,4	354.313	8,2	196.162	4,5

ZA=Zahnärzt*innen, HA=Hausärzt*innen (LANR 01-03), amb. Arztgrp=Arztgruppe aus ambulanten Sektor. Anteil an © PMV 2019
der Studienpopulation 1: 2011 N=4091193, 2012 N=4209507, 2013 N=4215447, 2014 N=4253270, 2015 N=4345341, 2016
N=4338252

Tab. 21 stellt die am häufigsten in Anspruch genommenen ambulanten Arztgruppen von den Versicherten da, die innerhalb eines Jahres keinen Zahnarztkontakt hatten. Mehr als 90 % dieser Versicherten hatte mindestens einen Hausarztkontakt im Jahr 2016.

Tab. 21 Die am häufigsten in Anspruch genommenen ambulanten Arztgruppen von Versicherten ohne Zahnarztkontakt in 2016

Arztgruppe	Versicherten ohne Zahnarztkontakt und Inanspruchnahme amb. Arztgrp	
	Anzahl	%
Hausärzt*innen	990.145	91,8
Laboratoriumsmedizin	377.611	35,0
Frauenheilkunde	227.891	21,1
Orthopädie	190.913	17,7
Augenheilkunde	190.755	17,7
Radiologie	183.364	17,0
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde	156.594	14,5
Geschlechtskrankheiten und Dermatologie	149.192	13,8
Pathologie	113.993	10,6
Urologie	86.728	8,0
Kardiologie	71.864	6,7
Chirurgie	64.954	6,0
fehlende Angabe	355.928	33,0

Amb. Arztgrp=Arztgruppe aus ambulanten Sektor (ohne Zahnmedizin). Mehrfachnennung möglich. Arztgruppen, die © PMV 2019
von mind. 5% der Versicherten in Anspruch genommen werden, werden dargestellt. Anteil an allen durchgängig oder
bis zum Tod durchgängig Versicherten (Studienpopulation 1) ohne mind. einen Zahnarztkontakt in 2016.

5.2

Ergebnisse der Paarlingsanalysen

Das folgende Kapitel bezieht sich auf Personen, die im Jahr 2016 durchgängig oder bis zum Tod durchgängig versichert und mindestens 18 Jahre alt waren (Studienpopulation 1).

Dabei werden alters- und geschlechtsgleiche Fälle und Kontrollen (s. Kapitel 4.3) folgender Personengruppen untersucht:

- Personen mit bzw. ohne Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (allgemein [BEMA & GOÄ], Parodontalbehandlung)
- Personen mit bzw. ohne eine chronische Erkrankung
- Personen mit bzw. ohne chronische Erkrankung und mind. einem Zahnarztkontakt
- Personen mit bzw. ohne chronische Erkrankung und mind. einer Parodontalbehandlung

5.2.1

Versicherte mit/ ohne chronische Erkrankung

Im folgenden Abschnitt werden alters- und geschlechtsgleiche Versicherte mit bzw. ohne Diabetes, koronarer Herzkrankheit oder Schlaganfall hinsichtlich der Inanspruchnahme zahnmedizinischer Leistungen gegenüber gestellt. Dabei werden sowohl alle zahnärztlichen Leistungen nach BEMA und GOÄ berücksichtigt, als auch die Analysen auf die Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen (s. Kapitel 4.2.3) begrenzt.

Diabetes mellitus

Die alters- und geschlechtsgleichen Paarlinge mit bzw. ohne Diabetes (n=414.626) umfassen mit 56,6 % etwas mehr Männer als Frauen (Anhang 3, Tab. 117). Im Schnitt sind die Paarlinge 66 Jahre alt (Anhang 3, Tab. 118). Entsprechend machen die 60 bis 79 Jährigen gut die Hälfte aller Paarlinge aus. 0 bis 9 Jährige sind nicht vertreten (Anhang 3, Tab. 119).

In Bezug auf die Inanspruchnahme von zahnmedizinischen Behandlungen zeigt sich, dass Versicherte ohne Diabetes (Kontrollen) etwas häufiger mindestens eine zahnärztliche Behandlung im Jahr 2016 in Anspruch nehmen. Wird nur die Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen betrachtet, zeigen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Fällen und Kontrollen (Tab. 22).

Tab. 22 Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes, 2016

Art der Behandlung	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Parodontalbehandlung	7.966	1,9	8.934	2,2
zahnärztl. Behandlung	276.401	66,7	308.855	74,5

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Zahnärztl. Behandlung: Mind. eine zahnärztliche Leistung im Jahr 2016 (BEMA, GOÄ), © PMV 2019
Parodontalbehandlung: Mind. eine BEMA-Leistung der Ziffer P200-P203, 108, 111 im Jahr 2016. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=414626. Kontrollen n=414626

Koronare Herzkrankheit

Die Gruppe der alters- und geschlechtsgleichen Paarlinge mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit (n= 270.155) umfasst zu zwei Drittel männliche Personen (Anhang 4, Tab. 120). Der Altersschnitt liegt bei 71 Jahren (Anhang 4, Tab. 121). Mit einem Anteil von fast 80 % werden hauptsächlich 60 bis 89 Jährige eingeschlossen. Personen unter 10 Jahren sind nicht vertreten (Anhang 4, Tab. 122).

In Tab. 23 wird die Inanspruchnahme mindestens einer zahnärztlichen Behandlung bzw. mindestens einer Parodontalbehandlung unter Versicherten mit bzw. ohne KHK dargestellt. Dabei werden keine deutlichen Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen sichtbar.

Tab. 23 Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, 2016

Art der Behandlung	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Parodontalbehandlung	4.503	1,7	5.045	1,9
zahnärztl. Behandlung	182.240	67,5	187.891	69,5

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Zahnärztl. Behandlung: Mind. eine zahnärztliche Leistung im Jahr 2016 (BEMA, GOÄ), © PMV 2019
Parodontalbehandlung: Mind. eine BEMA-Leistung der Ziffer P200-P203, 108, 111 im Jahr 2016. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=270155. Kontrollen n=270155

Schlaganfall

Die Population von Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall umfasst 11.636 alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge. Darunter befinden sich mit 57 % mehr Männer als Frauen (Anhang 5, Tab. 123). Die Versicherten sind mindestens 10 Jahre alt (Anhang 5, Tab. 125) und das Durchschnittsalter liegt bei 71 Jahren (Anhang 5, Tab. 124).

Bezogen auf die medizinische Inanspruchnahme nehmen Personen ohne Schlaganfall (Kontrollen) im Jahr 2016 häufiger mindestens eine zahnärztliche Behandlung wahr als die alters- und geschlechtsgleichen Personen mit Schlaganfall (Fälle) (Tab. 24). Parodontalbehandlungen kommen sowohl bei Fällen, als auch Kontrollen kaum vor.

Tab. 24 Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, 2016

Art der Behandlung	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Parodontalbehandlung	125	1,1	199	1,7
zahnärztl. Behandlung	6.706	57,6	7.909	68,0

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Zahnärztl. Behandlung: Mind. eine zahnärztliche Leistung im Jahr 2016 (BEMA, GOÄ), © PMV 2019
 Parodontalbehandlung: Mind. eine BEMA-Leistung der Ziffer P200-P203, 108, 111 im Jahr 2016. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=11636. Kontrollen n=11636

5.2.2 Versicherte mit/ ohne Zahnarztbehandlung

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf alters- und geschlechtsgleiche Personen mit bzw. ohne Inanspruchnahme einer dentalen Leistung (BEMA & GOÄ) bzw. mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung.

Die jeweiligen Paarlinge (Fälle, Kontrollen) werden verglichen hinsichtlich:

- vorliegender Multimorbidität,
- Vorkommen von Diabetes, KHK und Schlaganfall,
- Multimedikation,
- Inanspruchnahme ambulanter Ärzt*innen,
- Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten,
- Gesamtverweildauer aller vollstationären Krankenhausaufenthalte,
- der verursachten Kosten pro Sektor (ambulant, stationär, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel) und
- dem ansässigen Bundesland

Zahnärztliche Leistungen

In diesem Abschnitt werden alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge mit (Fälle) bzw. ohne (Kontrollen) mindestens einer zahnärztlichen Leistung (BEMA; GOÄ) in 2016 verglichen.

Es wurden 766.143 Paarlinge in die Analyse eingeschlossen. Unter den Paarlingen mit/ ohne mindestens einer zahnärztlichen Behandlung im Jahr 2016 sind mit 53 % etwas mehr Frauen als Männer vertreten (Anhang 6, Tab. 126). Das Durchschnittsalter liegt bei 49 Jahren und Paarlinge im Alter von 0 bis 9 Jahren kommen nicht vor (Anhang 6, Tab. 128).

Tab. 25 beschreibt den Wohnort der Fälle und Kontrollen im Jahr 2016. Sowohl Fälle als auch Kontrollen sind am häufigsten in Nordrhein-Westfalen ansässig. Dabei fällt der Anteil an Kontrollen mit Wohnsitz in NRW etwas höher aus (34 % vs. 28 %). Dahingegen sind die Fälle etwas häufiger in Süddeutschland (Bayern, Baden-Württemberg) beheimatet (34 % vs. 30 %).

Tab. 25 Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Bundesland	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	119.438	15,6	107.811	14,1
Bayern	144.227	18,8	119.174	15,6
Berlin	14.020	1,8	15.302	2,0
Brandenburg	14.075	1,8	10.213	1,3
Freie Hansestadt Bremen	3.325	0,4	3.467	0,5
Freie und Hansestadt Hamburg	8.856	1,2	8.879	1,2
Hessen	59.871	7,8	62.787	8,2
Mecklenburg-Vorpommern	14.138	1,8	10.550	1,4
Niedersachsen	84.591	11,0	85.519	11,2
Nordrhein-Westfalen	217.009	28,3	259.243	33,8
Rheinland-Pfalz	48.276	6,3	53.318	7,0
Saarland	6.218	0,8	8.235	1,1
Sachsen	10.886	1,4	6.749	0,9
Sachsen-Anhalt	7.795	1,0	5.824	0,8
Thüringen	11.796	1,5	7.234	0,9
Missing	1.622	0,2	1.838	0,2

Ergebnisse nach frequency Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=766143. Kontrollen n=766143. © PMV 2019
Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein.

Bei der Betrachtung einzelner ausgewählter Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit und Schlaganfall, weisen Personen ohne Inanspruchnahme mindestens eine zahnärztlichen Behandlung (Kontrollen) etwas häufiger eine Diabetes-Erkrankung auf als die alters- und geschlechtsgleichen Fälle (11 % vs. 9 %, Tab. 26). Dahingegen leiden Versicherte mit mindestens einer zahnärztlichen Behandlung im Jahr 2016 (Fall) eher an mindestens drei unterschiedliche Erkrankungsgruppen (Multimorbidität) als die alters- und geschlechtsgleichen Kontrollen (45 % vs. 38 %, Tab. 26).

Tab. 26 Häufigkeit chronischer Erkrankungen (Diabetes, KHK, Schlaganfall) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

chronische Erkrankung	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Diabetes	68.037	8,9	85.631	11,2
KHK	44.569	5,8	49.983	6,5
Schlaganfall	1.612	0,2	2.632	0,3

KHK: koronare Herzkrankheit. Ergebnisse nach frequency Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=766143. Kontrollen n=766143 © PMV 2019

Tab. 27 **Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016**

Multimorbidität	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	343.228	44,8	287.631	37,5
nein	422.915	55,2	478.512	62,5

Ergebnisse nach frequency Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=766143. Kontrollen n=766143, © PMV 2019
Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2.

Tab. 28 beschreibt das Vorliegen von Multimedikation bei Versicherten mit bzw. ohne mindestens einem Zahnarztkontakt im Jahr 2016. Dabei werden keine Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich.

Tab. 28 **Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016**

Multimedikation	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	37.792	4,9	42.230	5,5
nein	728.351	95,1	723.913	94,5

Ergebnisse nach frequency Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=766143. Kontrollen n=766143, © PMV 2019
Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2.

Die ambulante und stationäre Versorgung von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne mindestens einer zahnärztlichen Leistung in 2016 werden in Tab. 29 bis Tab. 31 zusammengefasst. Im Schnitt suchen Versicherte mit mindestens einem Zahnarztkontakt im Jahr 2016 (Fall) etwas häufiger verschiedene Arztgruppen aus dem ambulanten Sektor auf als Versicherte ohne Zahnarztkontakt (Abb. 5). Dahingegen zeigen sich keine großen Unterschiede in der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufhalten zwischen den Gruppen (Abb. 6). Die deutlichen Unterschiede in der maximalen Anzahl an Krankenhausaufhalten stellen Ausreißer dar. Es werden nur Unterschiede in der stationären Gesamtverweildauer im Jahr 2016 deutlich (Abb. 7). Im statistischen Mittel verbringen Kontrollen 13 Tage im Jahr im Krankenhaus, während Fälle im Schnitt für 9 Tage aufgenommen werden.

Tab. 29

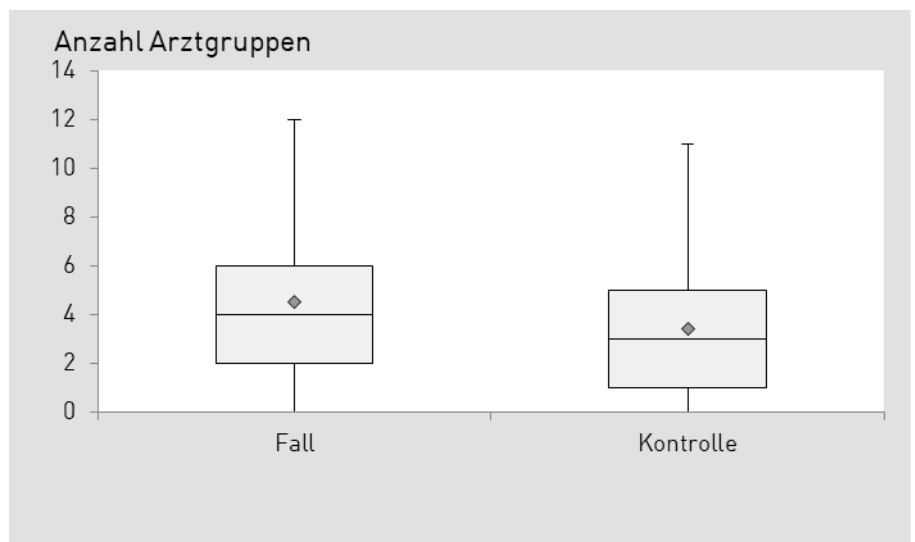
Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	2	4	6	29	4	3
Kontrolle	0	1	3	5	23	3	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143 © PMV 2019

Abb. 5

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 30

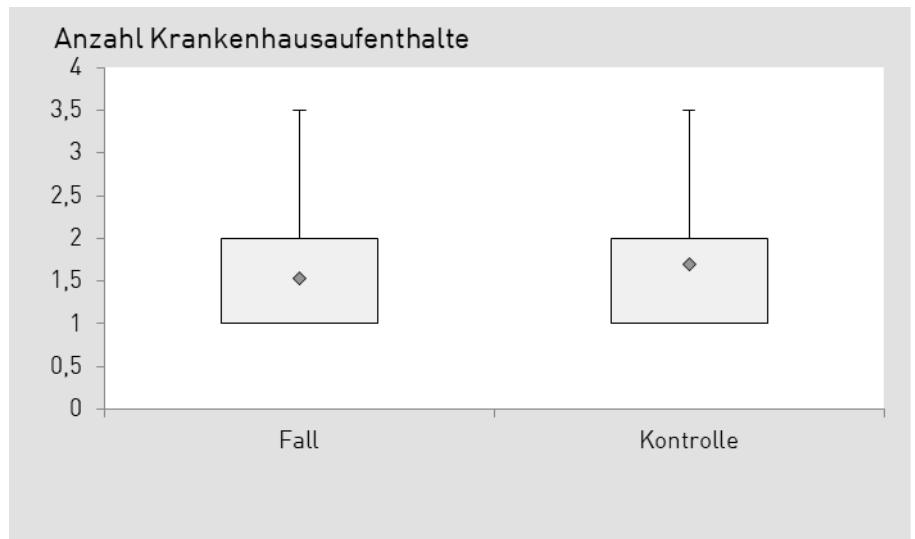
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	106.561	13,9	1	1	1	2	36	1	1
Kontrolle	114.605	15,0	1	1	1	2	59	1	1

Ergebnisse nach frequency Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 6

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 31

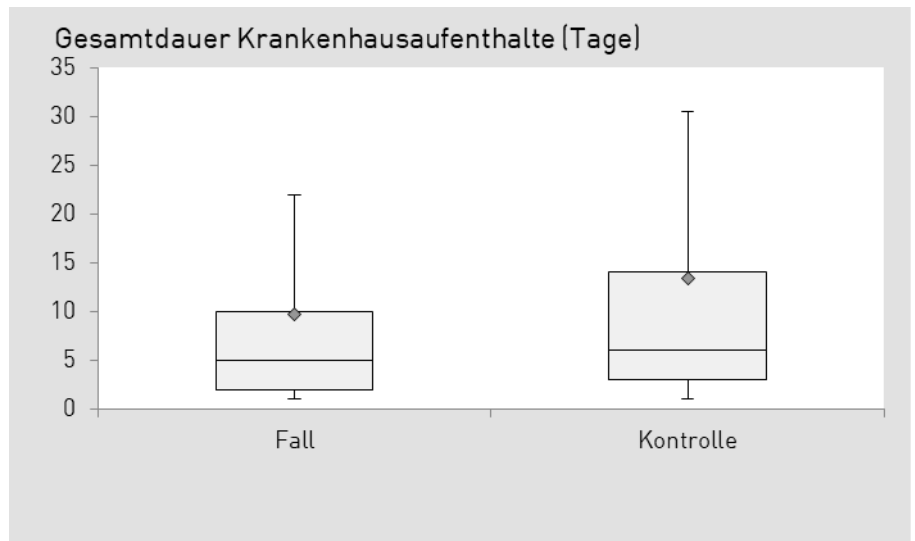
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	106.561	13,9	1	2	5	10	365	9	16
Kontrolle	114.605	15,0	1	3	6	14	365	13	21

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019
Ergebnisse nach frequency Matching.

Abb. 7

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

In Tab. 33 bis Tab. 37 werden die Gesundheitskosten differenziert nach Sektoren zwischen den alters- und geschlechtsgleichen Paarlingen mit bzw. ohne mind. einen Zahnarztkontakt in 2016 dargestellt. Vorangestellt bietet Tab. 32 eine erste Übersicht über die Kosten nach Sektoren (Median, Mittelwert).

Es wird vor allem deutlich, dass im Vergleich Fälle etwas höhere ambulante Kosten als die Kontrollen aufweisen (Tab. 33, Abb. 8). Während die Hälfte der Fälle bereits bis zu 394 € an ambulanten Kosten im Jahr verursacht, liegt der Betrag bei der Hälfte der Kontrollen mit den niedrigsten Ausgaben bei maximal 275 €. Die GKV-Gesundheitsausgaben in den anderen Sektoren (stationär, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel) unterscheiden sich, mit der Ausnahme von abweichenden Maximalwerten, dahingegen nicht deutlich.

Tab. 32 **Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016**

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	394	610	275	479
Arzneimittel	54	509	40	532
Heilmittel	0	93	0	72
Hilfsmittel	0	113	0	134
stationär	0	815	0	1.141

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143 mit bzw. ohne zahn- ärztl. Behandlung © PMV 2019

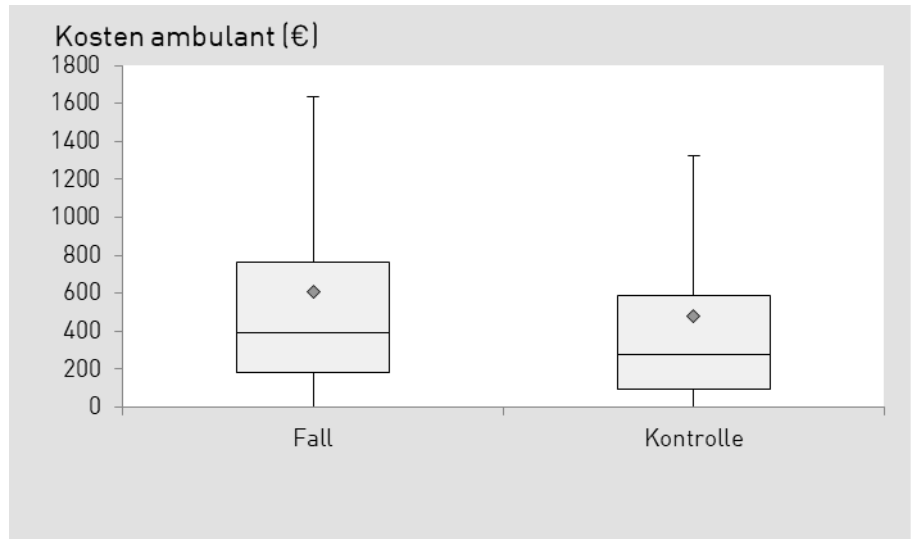
Tab. 33 **Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016**

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	181	394	763	43.643	610	780
Kontrolle	0	98	275	589	61.948	479	758

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143 © PMV 2019

Abb. 8

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 34

Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	379.547	815	3.884
Kontrolle	0	0	0	0	463.565	1.141	5.776

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143

© PMV 2019

Tab. 35

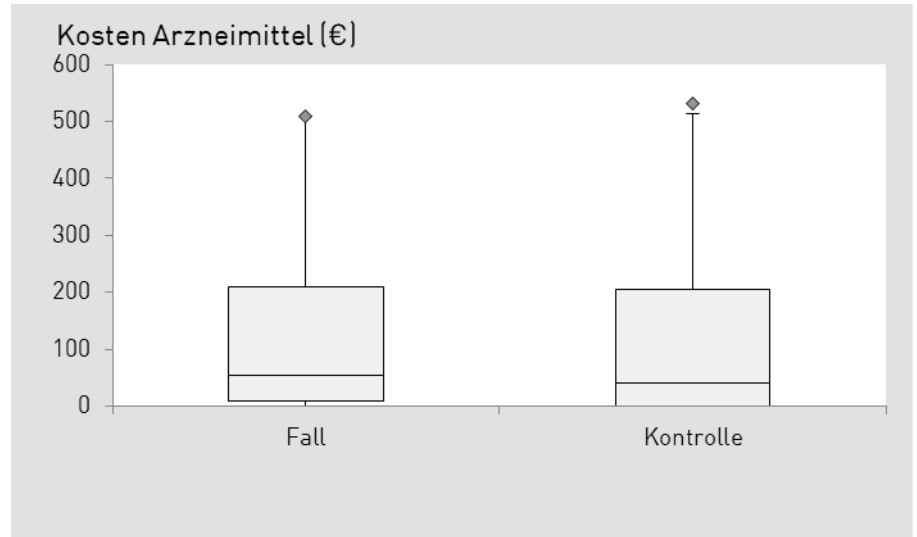
Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	10	54	210	914.441	509	3.774
Kontrolle	0	0	40	206	657.306	532	3.728

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143

© PMV 2019

Abb. 9

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016


Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 36

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	28.475	93	398
Kontrolle	0	0	0	0	46.085	72	438

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143

© PMV 2019

Tab. 37

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016

Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	720.360	113	1.848
Kontrolle	0	0	0	0	971.929	134	2.357

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach frequency Matching. Fälle n = 766143, Kontrollen n = 766143

© PMV 2019

Parodontalbehandlung

Im Folgenden werden alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge (n=78.294) mit bzw. ohne mind. einer Parodontalbehandlung in 2016 betrachtet (Tab. 38-Tab. 50).

In der Gruppe von alters- und geschlechtsgleichen Paarlingen mit/ ohne Parodontalbehandlung im Jahr 2016 ist das Geschlechterverhältnis relativ ausgeglichen. Tendenziell kommen mit 51 % etwas mehr Frauen als Männer vor (Anhang 7, Tab. 129). Im Durchschnitt ist die Population 53 Jahre alt (Anhang 7, Tab. 130). Unter 10 Jährige sind nicht vertreten (Anhang 7, Tab. 131). Die 40 bis 69 Jährigen machen etwas mehr als zwei Drittel der Paarlinge aus.

Hinsichtlich des Wohnortes nach Bundesland (Tab. 38) zeigen sich geringfügige Unterschiede zwischen der Gruppe der Fälle und Kontrollen. Während die Fälle etwas häufiger in Nordrhein-Westfalen ansässig sind (34 % vs. 30 %), wohnen die Kontrollen etwas häufiger in Bayern oder Baden-Württemberg (33 % vs. 30 %).

Tab. 38**Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Bundesland	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	10.587	13,5	11.866	15,2
Bayern	13.213	16,9	13.956	17,8
Berlin	1.180	1,5	1.355	1,7
Brandenburg	1.338	1,7	1.436	1,8
Freie Hansestadt Bremen	233	0,3	344	0,4
Freie und Hansestadt Hamburg	952	1,2	805	1,0
Hessen	5.651	7,2	6.134	7,8
Mecklenburg-Vorpommern	1.424	1,8	1.433	1,8
Niedersachsen	9.097	11,6	8.679	11,1
Nordrhein-Westfalen	26.617	34,0	23.188	29,6
Rheinland-Pfalz	4.842	6,2	5.172	6,6
Saarland	429	0,5	687	0,9
Sachsen	885	1,1	1.045	1,3
Sachsen-Anhalt	847	1,1	827	1,1
Thüringen	836	1,1	1.202	1,5
Missing	163	0,2	165	0,2

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=78294. Kontrollen n=78294. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 39 bis Tab. 41 betrachten die (Multi-)Morbiditätsstruktur und mögliche Multimedikation unter Personen mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung in 2016. Sowohl bei den einzelnen chronischen Erkrankungen, wie Diabetes, koronare Herzkrankheit und Schlaganfall, als auch hinsichtlich Multimorbidität und Multimedikation werden keine großen Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich.

Tab. 39 Häufigkeit chronischer Erkrankungen (Diabetes, KHK, Schlaganfall) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

chronische Erkrankung	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Diabetes	7.966	10,2	8.263	10,6
KHK	4.503	5,8	4.810	6,1
Schlaganfall	125	0,2	184	0,2

KHK: koronare Herzkrankheit. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=78294. Kontrollen n=78294 © PMV 2019

Tab. 40 Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimorbidität	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	38.187	48,8	37.690	48,1
nein	40.107	51,2	40.604	51,9

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=78294. Kontrollen n=78294 Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 41 Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimedikation	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	3.382	4,3	4.028	5,1
nein	74.912	95,7	74.266	94,9

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=78294. Kontrollen n=78294 Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge mit bzw. ohne mind. einer Parodontalbehandlung weisen für das Jahr 2016 ein ähnliches Inanspruchnahmeverhalten hinsichtlich ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) und Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten auf (Tab. 42, Tab. 43). Geringfügige Unterschiede zeigen sich im Anteil an Personen mit mind. einem vollstationären Krankenhausaufenthalt in 2016. Mit 14 % werden Kontrollen etwas häufiger für einen vollstationären Aufenthalt ins Krankenhaus aufgenommen als die Fälle (12 %). Dies spiegelt sich auch in der über das gesamte Beobachtungsjahr aufsummierten stationären Aufenthaltsdauer wieder. Da weißt die Gruppe der Kontrollen ebenfalls etwas längere Gesamtverweildauern auf (Tab. 44, Abb. 12).

Tab. 42

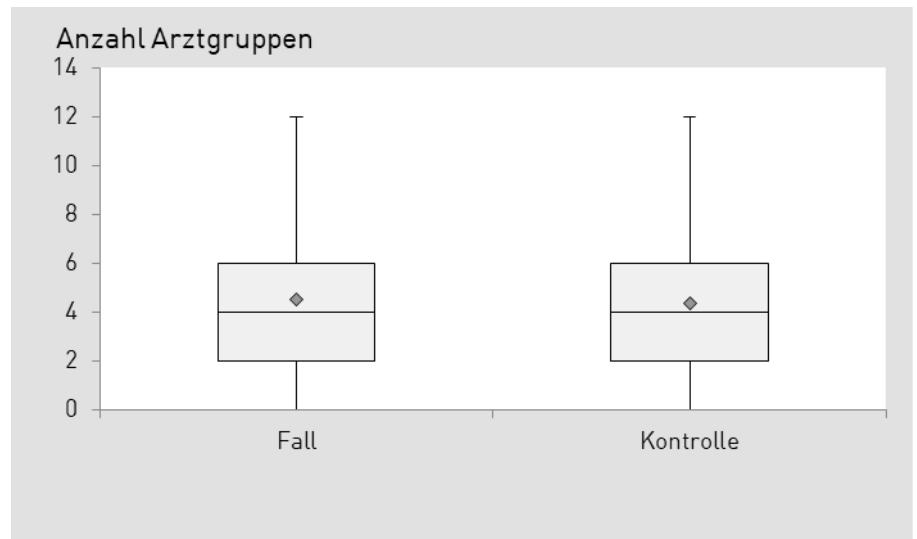
Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	2	4	6	22	4	3
Kontrolle	0	2	4	6	24	4	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294 © PMV 2019

Abb. 10

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 43

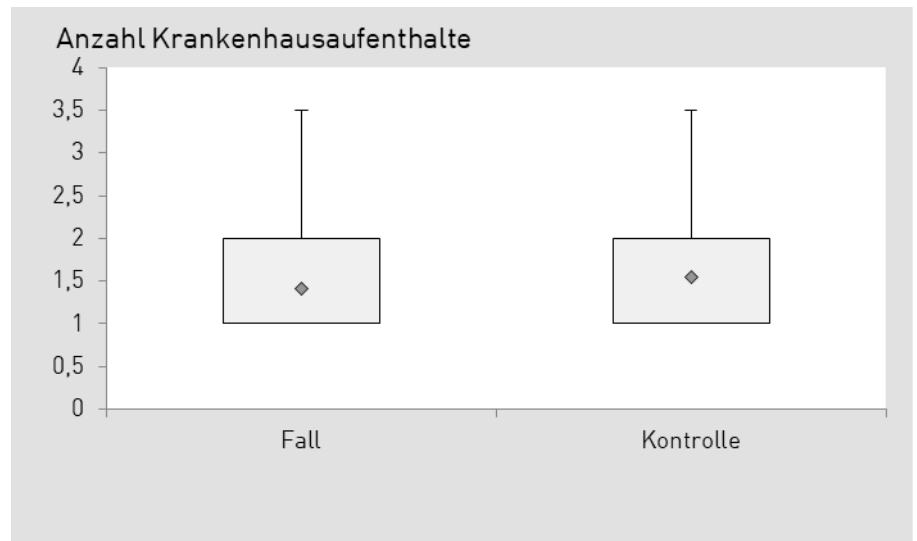
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	9.738	12,4	1	1	1	2	16	1	1
Kontrolle	11.179	14,3	1	1	1	2	17	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 11

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 44

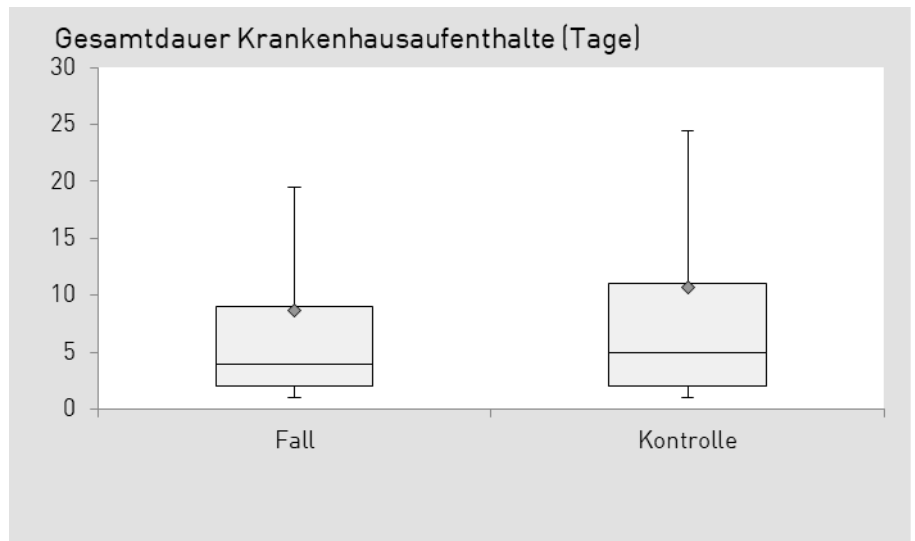
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	9.738	12,4	1	2	4	9	245	8	15
Kontrolle	11.179	14,3	1	2	5	11	230	10	17

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. © PMV 2019

Abb. 12

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Tab. 46 bis Tab. 50 zeigen die Gesundheitskosten differenziert nach Sektoren (ambulant, stationär, Arzneimittel-, Heil- und Hilfsmittel) für alters- und geschlechtsgleiche Paarlinge mit bzw. ohne mind. einer Parodontalbehandlung in 2016. Die vorangestellte Tab. 45 stellt eine Übersicht dar.

Dabei zeigen sich, bis auf einzelne Ausreißer im Maximalbereich, keine deutlichen Kostenunterschiede zwischen der Gruppe der Fälle und Kontrollen innerhalb der einzelnen Sektoren. Auffällig ist, dass sowohl 75 % der Fälle, als auch 75 % Kontrollen keine Kosten im stationären Sektor und im Heil- und Hilfsmittelbereich aufweisen.

Tab. 45 **Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	405	613	391	603
Arzneimittel	66	484	63	555
Heilmittel	0	84	0	95
Hilfsmittel	0	104	0	148
stationär	0	676	0	936

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294 mit bzw. ohne Parodontalbehandlung © PMV 2019

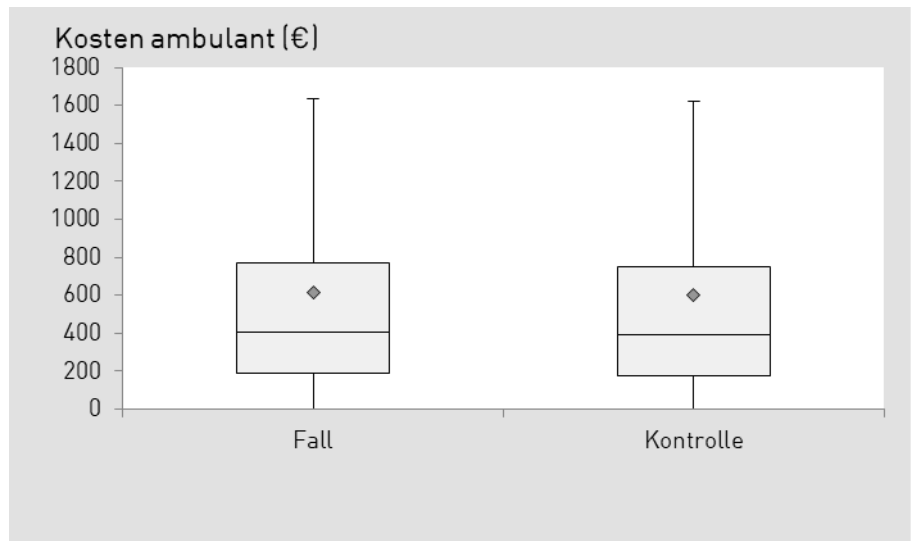
Tab. 46 **Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	189	405	768	49.707	613	785
Kontrolle	0	175	391	753	50.082	603	806

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294 © PMV 2019

Abb. 13

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 47

Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	231.202	676	3.283
Kontrolle	0	0	0	0	255.590	936	4.699

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294

© PMV 2019

Tab. 48

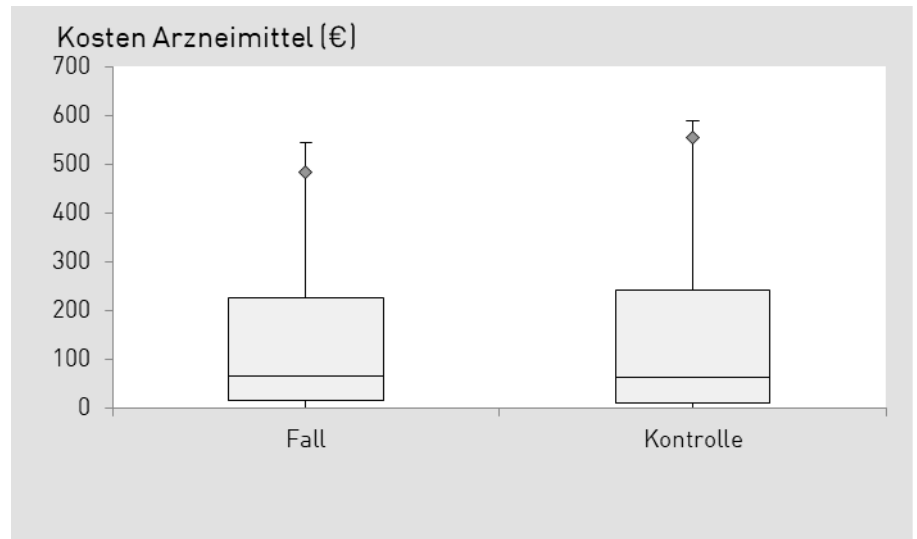
Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	15	66	227	386.320	484	3.347
Kontrolle	0	11	63	242	313.259	555	3.532

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294

© PMV 2019

Abb. 14

Boxplot über Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016


Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 49

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	12.614	84	337
Kontrolle	0	0	0	0	23.369	95	413

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294

© PMV 2019

Tab. 50

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	0	319.450	104	1.883
Kontrolle	0	0	0	0	971.929	148	4.338

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 78294, Kontrollen n = 78294

© PMV 2019

5.2.3 Versicherter mit/ ohne chronische Erkrankung und Zahnarztkontakt

Dieses Kapitel bezieht sich auf den Vergleich von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne spezifische chronische Erkrankung (Diabetes, KHK, Schlaganfall), die im Jahr 2016 mind. eine zahnmedizinische Behandlung (BEMA & GOÄ) erhalten haben.

Beispielhaft werden hier die Ergebnisse für Versicherte mit bzw. ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt in 2016 ausführlich dargestellt. Die Ergebnisse der Populationen mit bzw. ohne KHK oder Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt werden zusammengefasst und die dazugehörigen Tabellen sind im Anhang zu finden.

Dabei werden die jeweiligen Paarlinge (Fälle, Kontrollen) verglichen hinsichtlich:

- vorliegender Multimorbidität,
- Multimedikation,
- Inanspruchnahme ambulanter Ärzt*innen,
- Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten,
- Gesamtverweildauer aller vollstationären Krankenhausaufenthalte,
- der verursachten Kosten pro Sektor (ambulant, stationär, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel),
- ansässigem Bundesland

Diabetes mellitus und Zahnarztkontakt

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf den Vergleich von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mindestens einem Zahnarztkontakt im Jahr 2016.

Es wurden 276.401 alters- und geschlechtsgleichen Paarlinge mit bzw. ohne Diabetes und mindestens einem Zahnarztkontakt im Jahr 2016 eingeschlossen. In der Gruppe sind mit 57 % etwas mehr Männer vertreten als Frauen (Anhang 8, Tab. 132) und das Durchschnittsalter beträgt 66 Jahre (Anhang 8, Tab. 133). Hinsichtlich des längsten Wohnortes im Jahr nach Bundesland zeigen sich keine großen Unterschiede zwischen den alters- und geschlechtsgleichen Gruppen. Sowohl Fälle als auch Kontrollen wohnen am ehesten in Nordrhein-Westfalen.

Tab. 51 **Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Bundesland	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	34.137	12,4	37.542	13,6
Bayern	42.150	15,2	43.685	15,8
Berlin	4.128	1,5	3.599	1,3
Brandenburg	6.161	2,2	4.905	1,8
Freie Hansestadt Bremen	1.125	0,4	1.239	0,4
Freie und Hansestadt Hamburg	2.402	0,9	2.809	1,0
Hessen	21.155	7,7	20.732	7,5
Mecklenburg-Vorpommern	6.345	2,3	5.460	2,0
Niedersachsen	30.608	11,1	33.717	12,2
Nordrhein-Westfalen	89.195	32,3	88.993	32,2
Rheinland-Pfalz	22.109	8,0	19.911	7,2
Saarland	2.853	1,0	2.091	0,8
Sachsen	5.035	1,8	4.136	1,5
Sachsen-Anhalt	3.220	1,2	2.616	0,9
Thüringen	5.262	1,9	4.501	1,6
Missing	516	0,2	465	0,2

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=276401. Kontrollen n=276401. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Sowohl hinsichtlich Multimorbidität, als auch vorliegender Multimedikation sind Fälle deutlich häufiger betroffen als die Gruppe der Kontrollen (Tab. 52, Tab. 53). 92,5 % der Fälle leiden an mindestens drei Diagnosegruppen, während dies für nur 72,5 % der Kontrollen zutrifft. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Diabeteserkrankung der Fälle bei der Berechnung der Multimorbidität mit berücksichtigt wurde.

Tab. 52 **Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Multimorbidität	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	255.801	92,5	200.291	72,5
nein	20.600	7,5	76.110	27,5

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=276401. Kontrollen n=276401 Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 53 **Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Multimedikation	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	74.747	27,0	24.774	9,0
nein	201.654	73,0	251.627	91,0

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=276401. Kontrollen n=276401 Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Wird die Inanspruchnahme des ambulanten und stationären Sektors zwischen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt in 2016 verglichen, zeigt sich, dass Personen mit Diabetes und Zahnarztkontakt (Fall) tendenziell mehr Facharztgruppen aufsuchen als die Vergleichsgruppe (Tab. 54, Abb. 15). Bei der Anzahl an Krankenhausaufenthalten zeigen sich keine großen Unterschiede (Tab. 55, Abb. 16), während die stationäre Gesamtverweildauer im Jahr 2016 bei den Fällen ebenfalls etwas höher ausfällt (Tab. 56, Abb. 17).

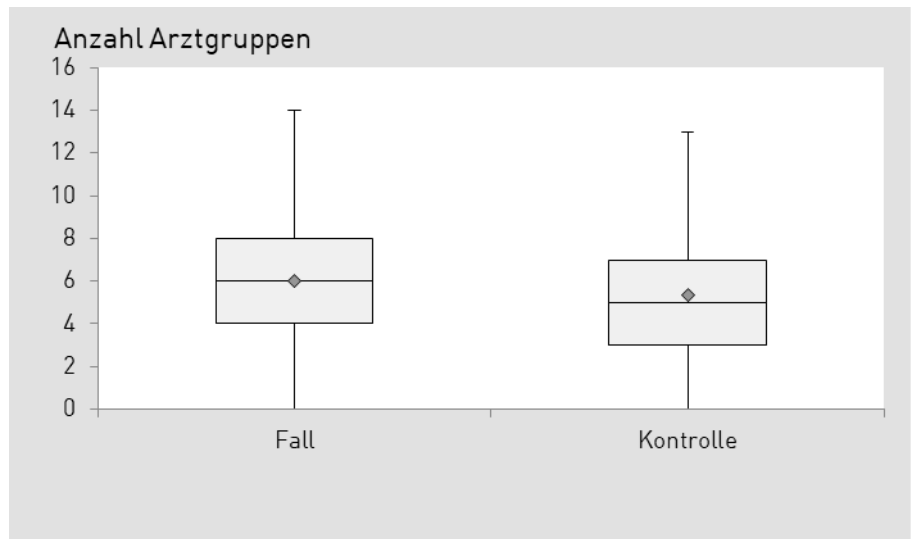
Tab. 54 **Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Kontrolle	0	3	5	7	24	5	3
Fall	0	4	6	8	24	5	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401 © PMV 2019

Abb. 15

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 55

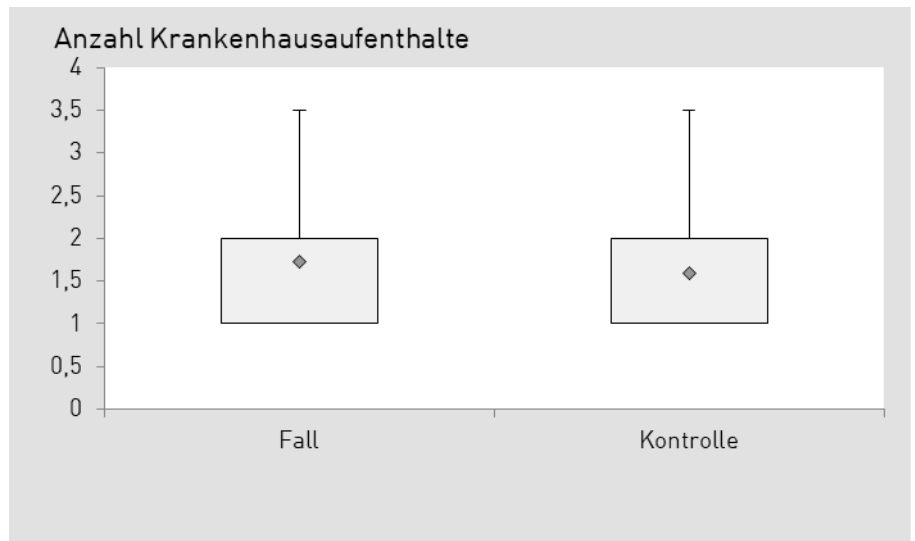
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	72.106	26,1	1	1	1	2	32	1	1
Kontrolle	57.296	20,7	1	1	1	2	23	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 16

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 56

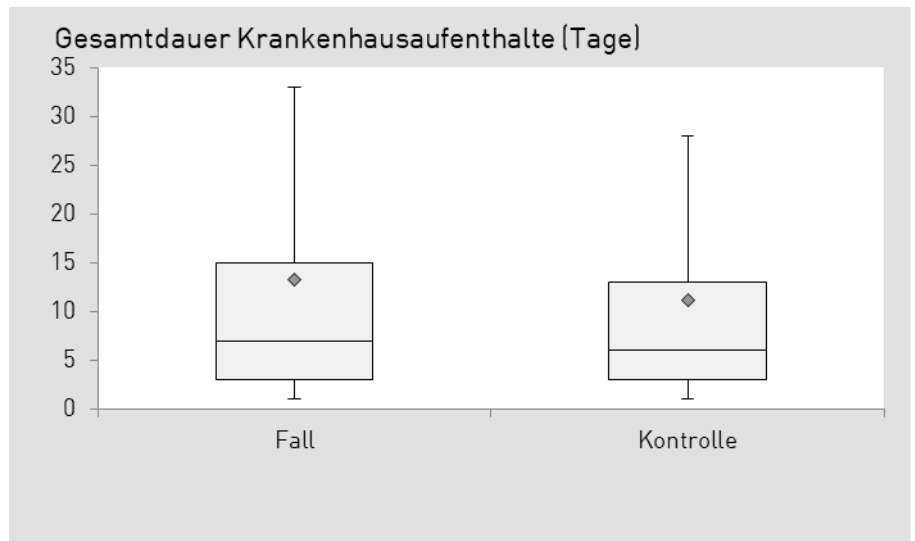
Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	72.106	26,1	1	3	7	15	365	13	18
Kontrolle	57.296	20,7	1	3	6	13	263	11	16

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019
Ergebnisse nach 1:1 Matching.

Abb. 17

Boxplot über Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechts- gleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

In Tab. 58 bis Tab. 62 werden die alters- und geschlechtsgleichen Paarlinge mit bzw. ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt hinsichtlich der verursachten Kosten im Jahr 2016 nach Sektoren verglichen. Tab. 57 bietet eine erste Übersicht dazu.

Unabhängig vom Sektor weisen Versicherte mit Diabetes und Zahnarztkontakt (Fall) die höheren Kosten auf. Besonders große Unterschiede zeigen sich im Arzneimittelbereich (Tab. 60, Abb. 20) und im stationären Sektor (Tab. 59, Abb. 19). Während bei der Hälfte der Kontrollen pro Person maximal 161 Euro im Jahr für Arzneimittel ausgegeben werden, veranschlagen 50 % der Fälle mit den niedrigsten Arzneimittelkosten pro Kopf schon bis zu 601 Euro. Auffällig ist weiterhin, dass sowohl im stationären, als auch im Heil- und Hilfsmittelbereich die Hälfte der Fälle und Kontrollen keine Kosten verursachen (Tab. 59, Tab. 61, Tab. 62). Wird jedoch der Kosten verursachenden Anteile beider Gruppen verglichen, werden wiederum die höheren Kosten der Fälle – ohne Berücksichtigung von Ausreißern – erkennbar. Hier schlagen sich Kosten zur Behandlung der mit Diabetes verbundenen hohen Komorbidität nieder.

Tab. 57 **Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	839	1.090	591	817
Arzneimittel	601	1.397	161	755
Heilmittel	0	188	0	134
Hilfsmittel	0	386	0	178
stationär	0	2.000	0	1.396

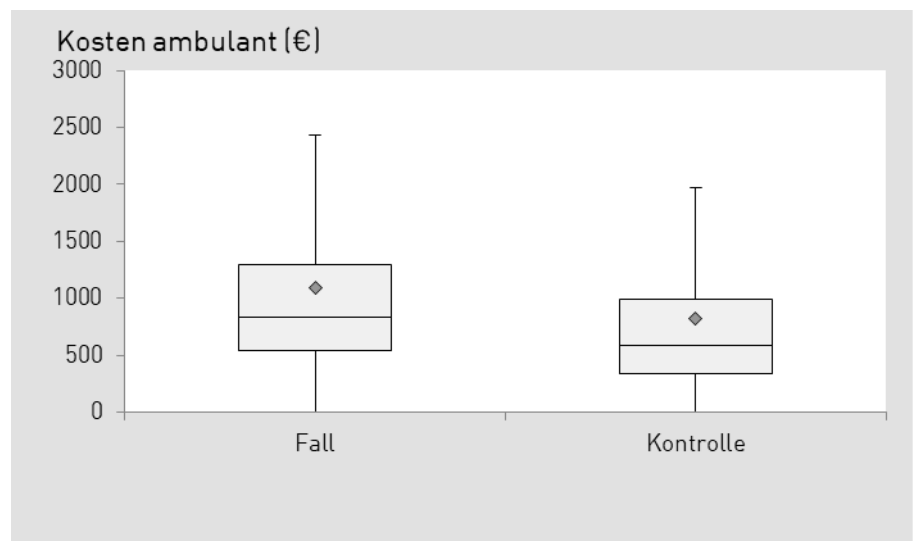
MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401 mit bzw. ohne Diabetes © PMV 2019

Tab. 58 **Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	544	839	1.300	74.797	1.090	1.016
Kontrolle	0	339	591	992	43.643	817	898

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401 © PMV 2019

Abb. 18 **Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 59

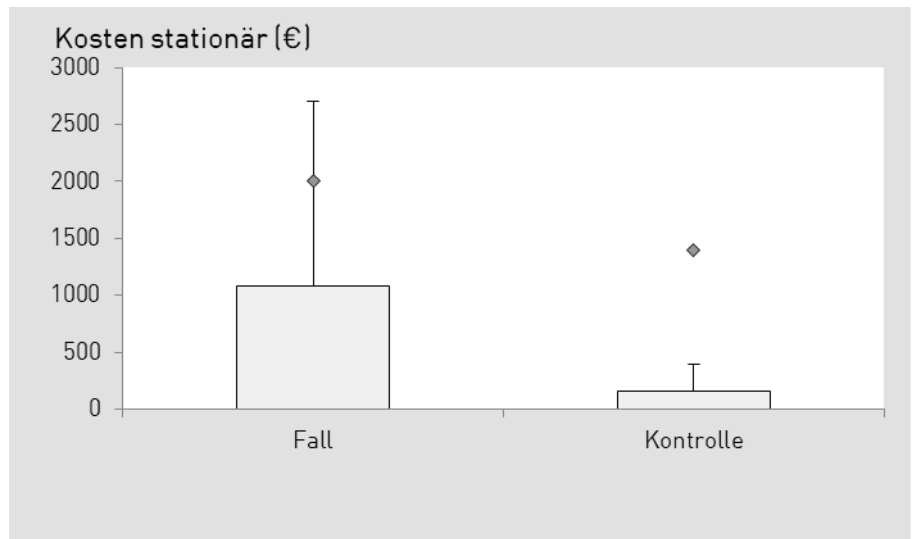
Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	1.082	332.607	2.000	6.637
Kontrolle	0	0	0	157	299.428	1.396	5.106

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401 © PMV 2019

Abb. 19

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 60

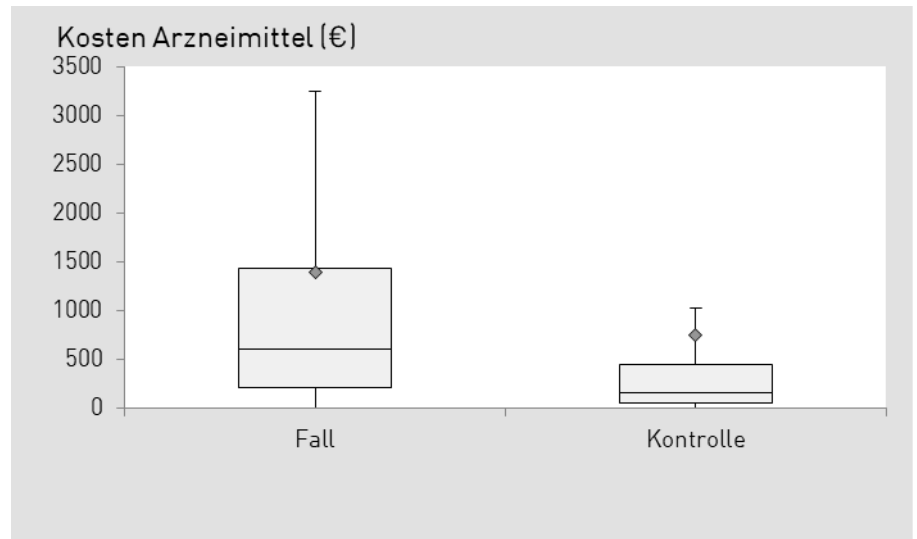
Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	211	601	1.427	914.441	1.397	4.624
Kontrolle	0	57	161	442	412.463	755	4.173

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401 © PMV 2019

Abb. 20

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 61

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

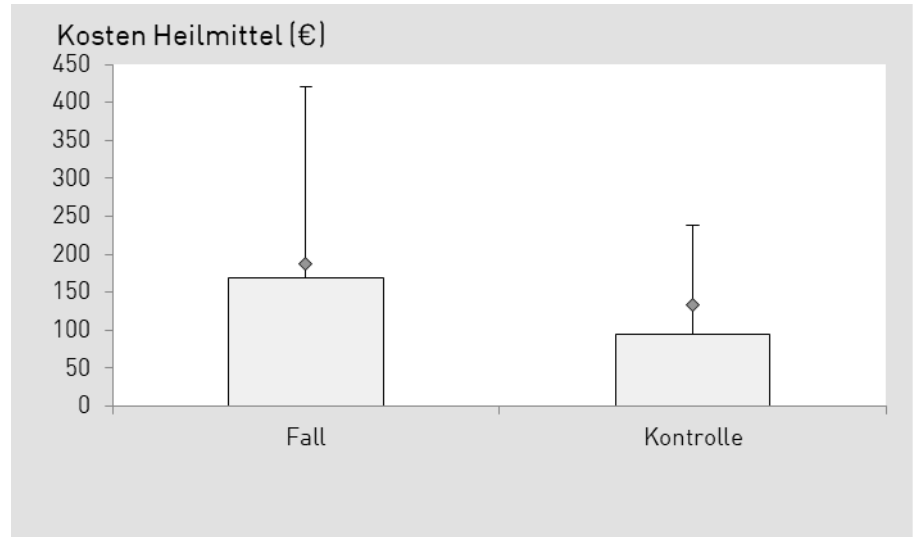
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	168	21.389	188	619
Kontrolle	0	0	0	95	25.333	134	512

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401

© PMV 2019

Abb. 21

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 62

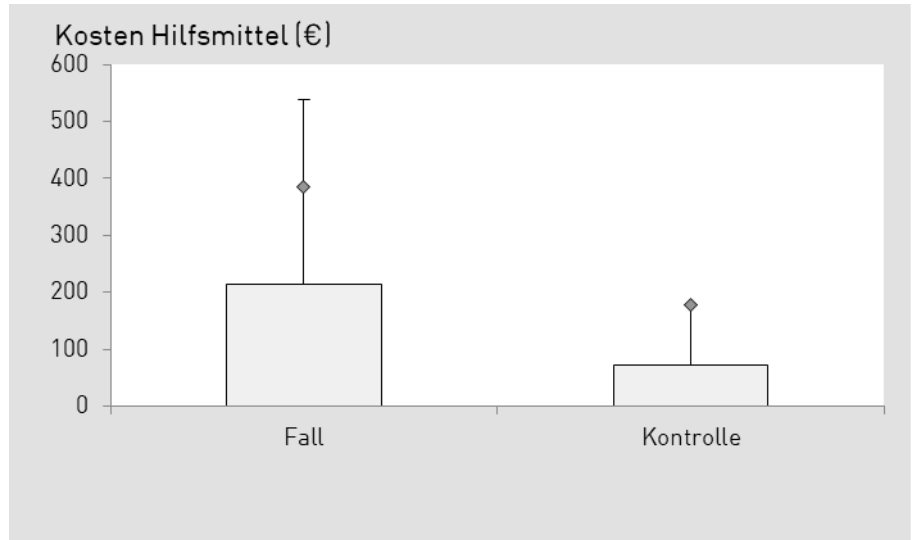
Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	215	491.132	386	2.321
Kontrolle	0	0	0	71	720.360	178	2.566

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 276401, Kontrollen n = 276401

© PMV 2019

Abb. 22

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016


Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Zusammenfassung weiterer Populationen

Im Folgenden werden weitere Ergebnisse zum Inanspruchnahmeverhalten und Morbidität von Populationen mit/ ohne eine bestimmte chronische Erkrankung und mind. einem Zahnarztkontakt kurz zusammengefasst.

Koronare Herzkrankheit und Zahnarztkontakt

Die folgenden Ergebnisse basieren auf der deskriptiven Untersuchung von (n=182.240) alters- und geschlechtsgleichen Paarlingen mit/ ohne koronarer Herzkrankheit (KHK) und mind. einem Zahnarztkontakt in 2016.

Dabei zeigen sich vor allem größere Unterschiede sowohl im Multimorbiditäts- und Multimedikationsmuster (Anhang 9, Tab. 139, Tab. 140), als auch hinsichtlich der Gesundheitskosten in den verschiedenen Sektoren. Während 94,5 % der Fälle als multimorbide definiert werden kann, trifft dies auf 73,7 % der Kontrollen zu. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die vorliegende koronare Herzkrankheit der Fälle bei der Definition der Multimorbidität berücksichtigt wurde. 31,5 % bekommen im Jahr 2016 mindestens fünf verschiedene Arzneimittelwirkstoffe (Multimedikation) verordnet, während dies auf nur 11,3 % der Kontrollen zutrifft. Hinsichtlich der Gesundheitskosten weisen die Fälle in allen Sektoren die höheren Ausgaben auf. Die größten Differenzen zeigen sich im stationären und Arzneimittelbereich (Anhang 9, Tab. 147 & Tab. 148). Dabei ist auffällig, dass in beiden Gruppen die Hälfte der Versicherten sowohl keine Heil- und Hilfsmittel, als auch keine stationären Kosten verursachen.

Im Vergleich der Inanspruchnahme des ambulanten und stationären Sektors zwischen Fällen und Kontrollen (Anhang 9, Tab. 141-Tab. 143) zeigen sich hauptsächlich Unterschiede in der Anzahl an aufgesuchter Arztgruppen im Jahr. Dabei suchen Fälle im Jahr tendenziell etwas häufiger verschiedene Arztgruppen auf als Kontrollen (Anhang 9, Abb. 31).

Schlaganfall und Zahnarztkontakt

Im Folgenden werden (n=6.706) alters- und geschlechtsgleiche Paarlingen mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt in 2016 verglichen (Anhang 10).

Im Ergebnis zeigt sich ein höherer Anteil an multimorbiden Fällen im Vergleich zu den Kontrollen (88,0 % vs. 76,3 %). Ebenfalls bekommen mehr Fälle (24,5 %) mindestens fünf Arzneimittelwirkstoffgruppen durchgängig im Jahr verordnet (Kontrollen 16,1 %).

Die Inanspruchnahme von ambulanten Arztgruppen unterscheidet sich kaum zwischen den Gruppen (Anhang 10, Tab. 156). Dahingegen weisen mit 98,6 % fast alle Fälle mind. einen vollstationären Krankenhausaufenthalt im Jahr 2016 auf (Kontrollen: 23,6 %). Der sehr hohe Anteil ist zurückzuführen auf die Definition der Schlaganfallerkrankung. Diese beruht auf einer stationären Entlassungsdiagnose, die neben vollstationären auch auf teilstationären oder ambulanten Krankenhausbehandlungen beruhen kann. Weiterhin werden Fälle tendenziell auch öfter als Kontrollen für einen vollstationären Aufenthalt ins Krankenhaus eingewiesen (Anhang 10, Abb. 40). Entsprechend fällt die stationäre Gesamtaufenthaltsdauer bei den Fällen höher aus. Während Fälle durchschnittlich im Jahr 19 Tage vollstationär im Krankenhaus verbringen, reduziert sich die durchschnittliche Anzahl bei den Kontrollen auf 12 Tage. Die häufigeren und längeren Krankenhausaufenthalte innerhalb der Gruppe der Fälle resultiert in höheren stationären Ausgaben in der Gruppe. Ebenfalls weisen Fälle höhere Arznei-, Heil- und Hilfsmittelkosten auf (Anhang 10, Tab. 161 -Tab. 164). Im ambulanten Sektor zeigen sich hinsichtlich der Kosten kaum Unterschiede (Anhang 10, Tab. 160).

5.2.4 Versicherte mit/ ohne chronische Erkrankung und Parodontalbehandlung

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Ergebnisse aus den Paarlingsanalysen, die Personen mit/ ohne eine spezifische chronische Erkrankung und mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung in 2016 umfassen.

Die Ergebnisse für Paarlinge mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung werden ausführlich berichtet. Die Ergebnisse zu den weiteren untersuchten Populationen werden kurz zusammengefasst und die dazugehörigen Ergebnistabellen sind im Anhang zu finden (Anhang 12 & Anhang 13)

Die jeweiligen Paarlinge (Fälle, Kontrollen) werden verglichen hinsichtlich:

- vorliegender Multimorbidität,
- Multimedikation,
- Inanspruchnahme ambulanter Ärzt*innen,
- Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten,
- Gesamtverweildauer aller vollstationären Krankenhausaufenthalte,
- der verursachten Kosten pro Sektor (ambulant, stationär, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel),
- ansässigem Bundesland

Diabetes mellitus und Parodontalbehandlung

In die Analyse wurden 7.963 alters- und geschlechtsgleiche Versicherte mit bzw. ohne Diabetes mellitus und mindestens einer Parodontalbehandlung im Jahr 2016 einbezogen.

Genauer betrachtet sind unter den Paarlingen mehr Männer als Frauen vertreten (59,8 % vs. 40,2 %). Das Durchschnittsalter beträgt 62 Jahre (Anhang 11, Tab. 166). Hinsichtlich des ansässigen Bundeslandes zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tab. 63**Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Bundesland	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	1.002	12,6	1.073	13,5
Bayern	1.269	15,9	1.249	15,7
Berlin	108	1,4	114	1,4
Brandenburg	160	2,0	123	1,5
Freie Hansestadt Bremen	20	0,3	27	0,3
Freie und Hansestadt Hamburg	78	1,0	95	1,2
Hessen	517	6,5	582	7,3
Mecklenburg-Vorpommern	158	2,0	141	1,8
Niedersachsen	891	11,2	941	11,8
Nordrhein-Westfalen	2.766	34,7	2.783	34,9
Rheinland-Pfalz	606	7,6	518	6,5
Saarland	49	0,6	49	0,6
Sachsen	123	1,5	88	1,1
Sachsen-Anhalt	102	1,3	70	0,9
Thüringen	95	1,2	95	1,2
Missing	19	0,2	15	0,2

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=7963. Kontrollen n=7963. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Im Vergleich von Multimorbiditäts- und Multimedikationsmuster weisen Fälle eine deutlich höhere Krankheitslast auf und bekommen häufiger mehr als 5 Arzneimittelwirkstoffe verschrieben (20,9 % vs. 5,6 %). Mit 90,5 % ist der Großteil der Fälle multimorbide. Bei den Kontrollen trifft dies auf knapp zwei Drittel zu (Tab. 64). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Diabeteserkrankung in den Multimorbiditätsscore einbezogen wurde.

Tab. 64 **Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Multimorbidität	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	7.208	90,5	5.201	65,3
nein	755	9,5	2.762	34,7

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=7963. Kontrollen n=7963, Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 65 **Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Multimedikation	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.663	20,9	448	5,6
nein	6.300	79,1	7.515	94,4

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=7963. Kontrollen n=7963, Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 66 bis Tab. 68 bezieht sich auf die ambulante und stationäre Inanspruchnahme medizinischer Leistungen. Im Vergleich von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung in 2016 zeigen sich keine deutlichen Unterschiede. Tendenziell suchen Fälle etwas häufiger eine ambulante Arztgruppe auf (Tab. 66, Abb. 23) und werden häufiger mind. einmal ins Krankenhaus eingewiesen (21 % vs. 17 %).

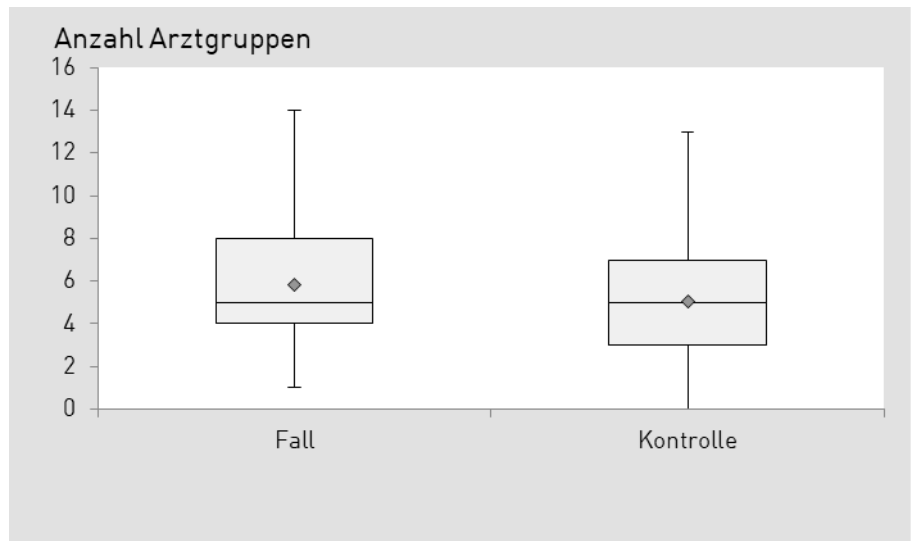
Tab. 66 **Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016**

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	1	4	5	8	22	5	3
Kontrolle	0	3	5	7	18	5	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963 © PMV 2019

Abb. 23

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 67

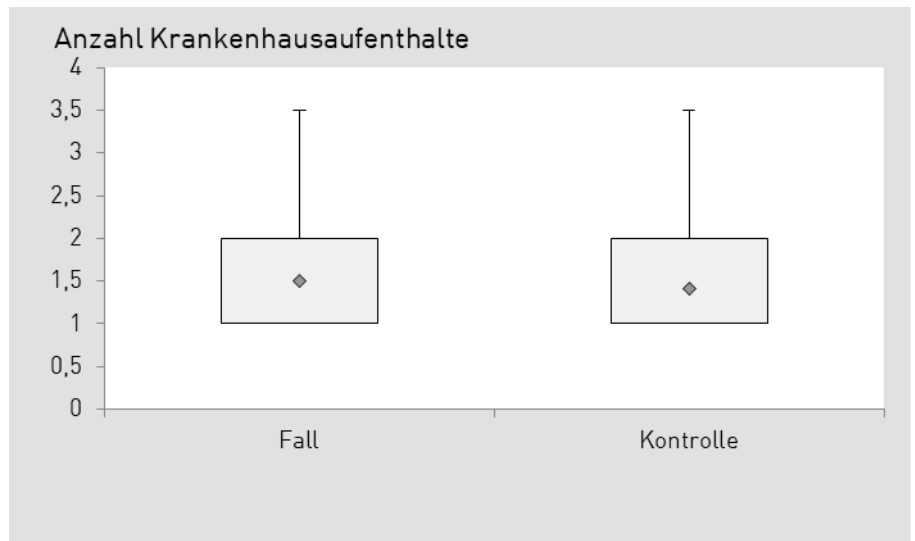
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	1.654	20,8	1	1	1	2	11	1	1
Kontrolle	1.322	16,6	1	1	1	2	15	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 24

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 68

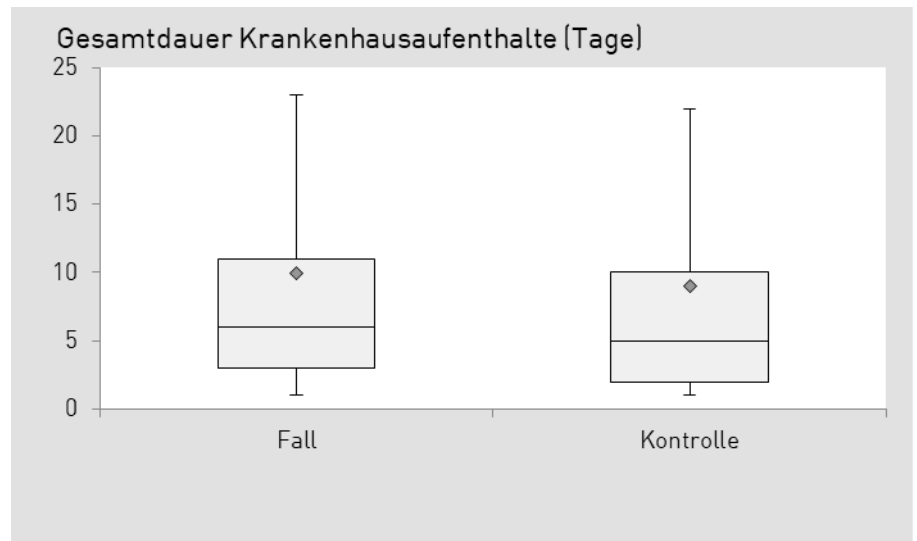
Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						MW
			Min	P25	Median	P75	Max		
Fall	1.654	20,8	1	3	6	11	213	9	14
Kontrolle	1.322	16,6	1	2	5	10	206	8	14

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. © PMV 2019

Abb. 25

Boxplot über Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechts- gleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Im Folgenden werden die Gesundheitsausgaben von Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung nach Sektoren verglichen. Tab. 69 gibt eine Übersicht über Median und Mittelwert der Kosten aller Sektoren.

Im Vergleich weisen die Fälle in jedem untersuchten Sektor die höheren Gesundheitsausgaben auf. Deutliche Unterschiede zeigen sich vor allem im ambulanten Bereich (Abb. 26, Tab. 33) und bei den Arzneimittelkosten (Tab. 72, Abb. 28). Die Hälfte der Fälle mit den niedrigsten Arzneimittelkosten verursacht pro Person Ausgaben in diesem Sektor von bis zu 484 Euro. Dahingegen verursacht die Hälfte der Kontrollen mit den niedrigsten Arzneimittelausgaben pro Person maximal 121 Euro an Arzneimittelkosten.

Tab. 69

Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	771	1.007	517	730
Arzneimittel	484	1.173	121	569
Heilmittel	0	141	0	94
Hilfsmittel	0	318	0	103
stationär	0	1.328	0	944

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963 mit bzw. ohne Diabetes

© PMV 2019

Tab. 70

Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

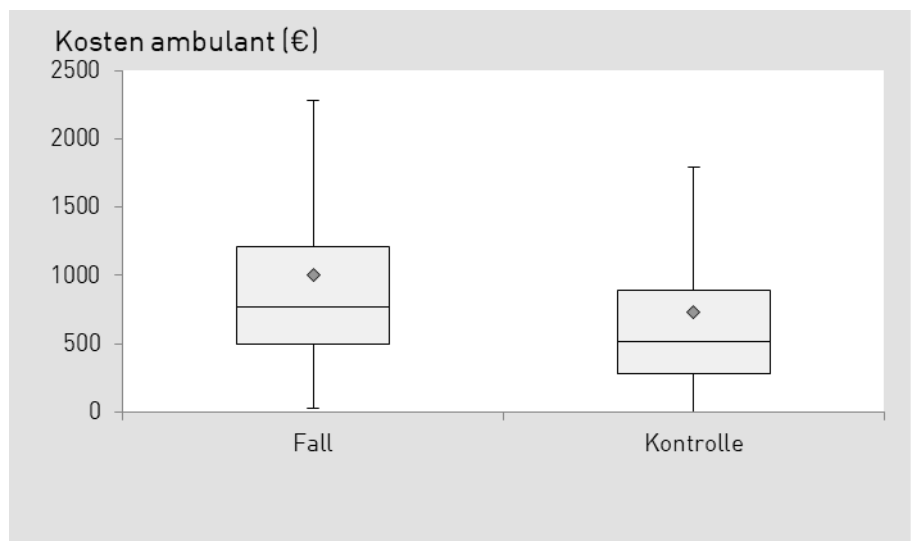
Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	28	502	771	1.212	29.050	1.007	943
Kontrolle	0	285	517	889	12.798	730	813

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963

© PMV 2019

Abb. 26

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

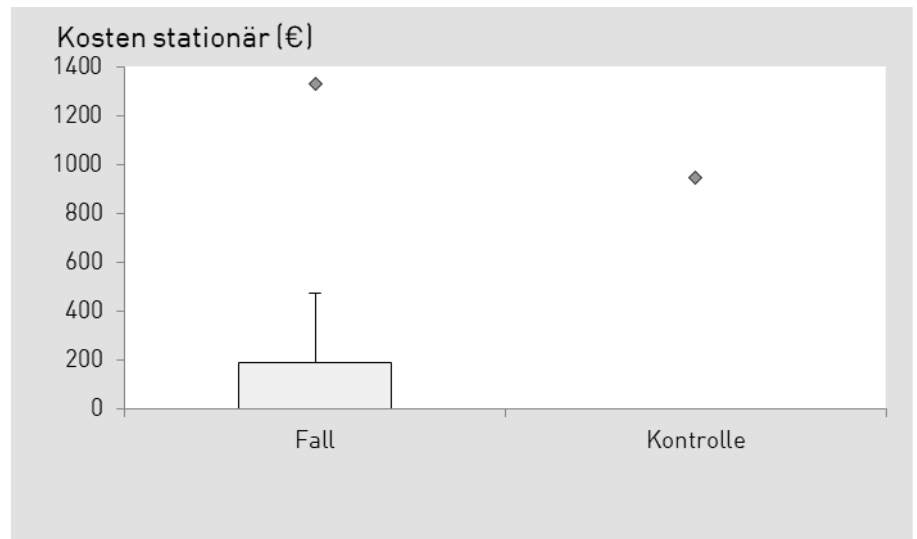
Tab. 71

Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	189	213.453	1.328	5.037
Kontrolle	0	0	0	0	231.202	944	4.435

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963 © PMV 2019

Abb. 27

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016


Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 72

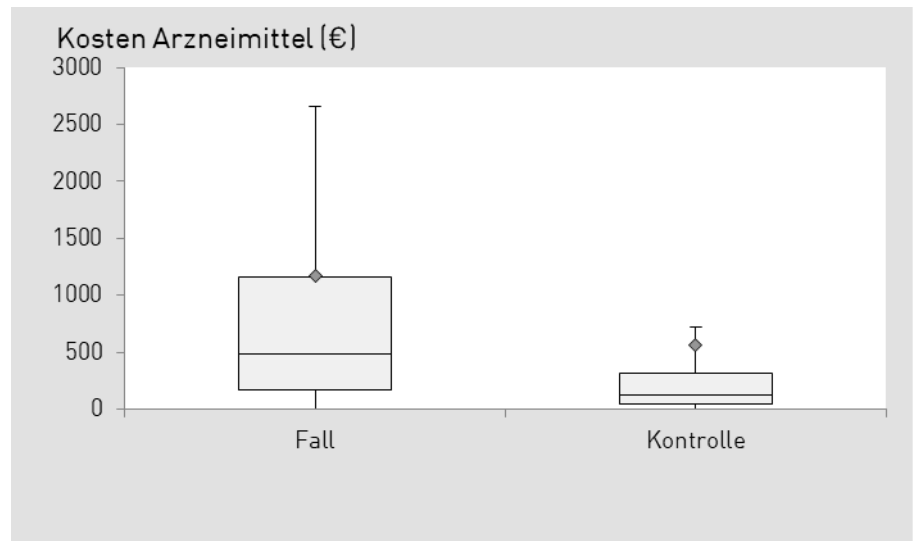
Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	171	484	1.166	210.132	1.173	4.509
Kontrolle	2	44	121	315	141.245	569	3.363

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963 © PMV 2019

Abb. 28

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 73

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

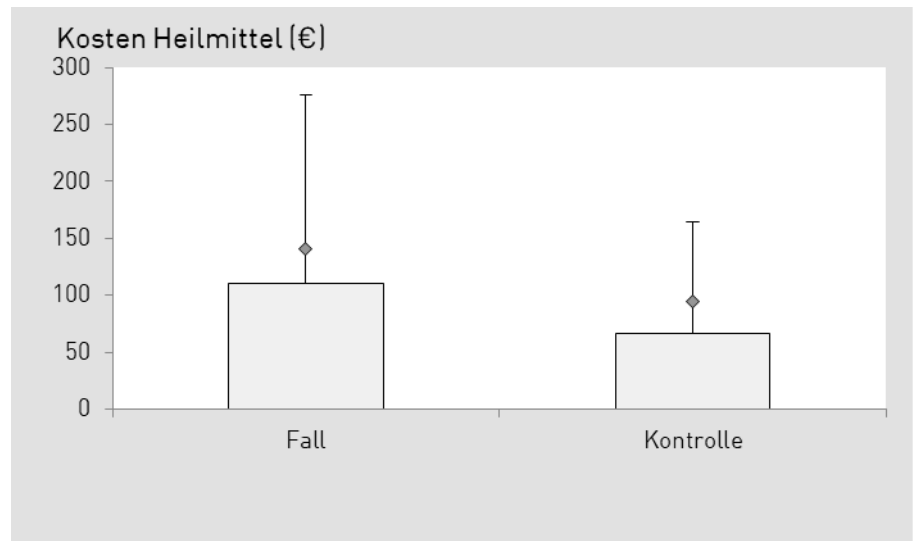
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	111	7.706	141	436
Kontrolle	0	0	0	66	8.640	94	356

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963

© PMV 2019

Abb. 29

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 74

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

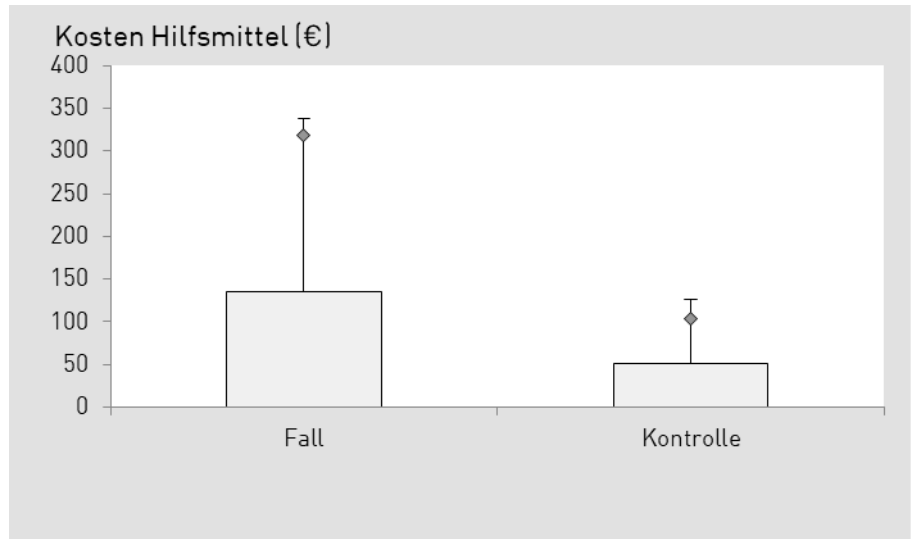
Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	135	182.334	318	2.619
Kontrolle	0	0	0	50	12.700	103	426

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 7963, Kontrollen n = 7963

© PMV 2019

Abb. 30

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Zusammenfassung weiterer Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Populationen mit/ohne einer speziellen chronischen Erkrankung (KHK oder Schlaganfall) und mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung in 2016 kurz zusammengefasst. Die Ergebnistabellen dazu sind in Anhang 12 und Anhang 13 zu finden.

Koronare Herzkrankheit und mind. eine Parodontalbehandlung

In die folgende Analyse wurden 4.503 Paarlinge mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit (KHK) und Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung eingeschlossen. Dabei sind die Versicherte mit KHK (Fall) multimorbider (92,8 % vs. 65,3 %) und bekommen häufiger mind. fünf Arzneimittelwirkstoffe über das gesamte Jahr verordnet (24,9 % vs. 6,9 %) im Vergleich zu alters- und geschlechtsgleichen Versicherten ohne KHK (Kontrollen) (Anhang 12, Tab. 172, Tab. 173). Des Weiteren suchen Fälle tendenziell etwas häufiger mehrere ambulante Arztgruppen im Jahr auf und hatten ebenfalls häufiger mind. einen vollstationären Krankenhausaufenthalt (32 vs. 15 %).

Das unterschiedliche Inanspruchnahmeverhalten spiegelt sich auch in den Gesundheitsausgaben wieder, die in der Gruppe der Fälle in allen Sektoren etwas höher ausfallen. Deutliche Kostenunterschiede zeigen sich vor allem im ambulanten Sektor (Anhang 12, Tab. 178) und bei den Arzneimittelkosten (Anhang 12, Anhang 1, Tab. 180).

Schlaganfall und mind. eine Parodontalbehandlung

Die Population von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall und mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung in 2016 umfasst 125 Personen ab einem Alter von 30 Jahren.

Im Vergleich sind Personen mit Schlaganfall und Parodontalbehandlung (Fall) häufig multimorbider als ihre Vergleichsgruppe ohne Schlaganfall (82 vs. 68 %) und bekommen im Jahr eher mind. fünf verschiedene Arzneimittelwirkstoffe verordnet (19 vs. 6 %) (Anhang 13, Tab. 187, Tab. 188).

Während sich die Inanspruchnahme verschiedener ambulanter Arztgruppen zwischen den beiden Gruppen kaum unterscheidet (Anhang 13, Tab. 189), werden Fälle deutlich häufiger im Jahr 2016 mind. einmal für einen vollstationären Aufenthalt ins Krankenhaus eingewiesen (98 vs. 18 %). Dieser große Unterschied zwischen Fällen und Kontrollen ist darauf zurückzuführen, dass die Definition von Schlaganfall-Patient*innen allein auf dem Vorliegen einer Krankenhausentlassungsdiagnose (vollstationär, teilstationär, ambulant) basiert. Diese ungleichen Anteile von Personen mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt macht sich auch bei den stationären Kosten bemerkbar. Da weisen die Fälle die deutlich höheren Gesundheitsausgaben auf, während in der Gruppe der Kontrollen 75 % keine Kosten verursachen (Anhang 13, Tab. 194). Auch in den anderen Sektoren (ambulant, Arzneimittel, Heil- und Hilfsmittel) weist die Gruppe der Fälle die höheren Kosten auf (Anhang 13, Tab. 195-Tab. 197).

5.3

Parodontalbehandlung vor und nach Inzidenzdatum

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf zwischen den Jahren 2011-2016 durchgängig Versicherte, die im Jahr 2013 mindestens 18 Jahre alt waren und für die erstmalig im Jahr 2013 eine Diabetes-, KHK- oder Schlaganfall-Diagnose gestellt wurde (Studienpopulation 2).

Für jede Population mit inzidenter chronischer Erkrankung wurden die Anzahl an Versicherten und die Anzahl ambulanter Fälle mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung zwei Jahre (8 Quartale) vor bzw. nach Inzidenzquartal ausgegeben. Des Weiteren wurden Lage- und Streuungsmaße für die Anzahl an Quartalen mit Inanspruchnahme einer Parodontalbehandlung pro Inanspruchnehmer bestimmt.

Diabetes Mellitus

Tab. 75 und Tab. 76 beziehen sich auf Versicherte mit inzidentem Diabetes im Jahr 2013.

Die Ergebnisse zeigen, dass zwei Jahre nach dem Inzidenzquartal tendenziell etwas mehr Versicherte mit inzidentem Diabetes mind. eine Parodontalbehandlung in Anspruch genommen haben als vor der Diabetesdiagnose (5 % vs. 3 %) (Tab. 75). Dabei werden jedoch keine großen Unterschiede in der quartalsbezogenen Dauer der Parodontalbehandlung pro Versicherten deutlich (Tab. 76). Für mindestens 75 % der Versicherten, die eine Parodontalbehandlung vor oder auch nach Diabetesdiagnose in Anspruch nehmen, beschränkt sich die Therapie auf ein Leistungsquartal.

Tab. 75 Anzahl Personen und Fälle mit inzidentem Diabetes in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal pro

Bezug zu Inzidenzquartal	Inzidenter Diabetes & mind. eine Parodontalbehandlung		
	Personen		ambulante Fälle
	Anzahl	%	Anzahl
8 Quartale vor	683	2,9	705
8 Quartale nach	1.116	4,7	1.150

Anteil an allen mind. 18 jährigen und zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes, n = 23771. © PMV 2019

Tab. 76 Anzahl Leistungsquartale pro Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal

Bezug zu Inzidenzquartal	Personen mit inzidentem Diabetes & mind. einer Parodontalbehandlung							
	Anzahl	Leistungsquartale pro Inanspruchnehmer						
		Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
8 Quartale vor	683	1	1	1	1	2	1	0
8 Quartale nach	1.116	1	1	1	1	3	1	0

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Koronare Herzkrankheit

Tab. 77 und Tab. 78 beziehen sich auf Versicherte mit Erstdiagnose einer koronaren Herzkrankheit im Jahr 2013.

Hinsichtlich der Inanspruchnahme von mind. einer Parodontalbehandlung innerhalb von zwei Jahre vor bzw. nach der Erstdiagnose einer koronaren Herzkrankheit zeigen sich nur geringfügige Unterschiede. Tendenziell nehmen in den zwei Jahre nach Diagnosestellung etwas mehr Versicherte eine Parodontalbehandlung in Anspruch (Tab. 77). Dabei werden keine Unterschiede in Bezug auf die Dauer der Parodontalbehandlung erkennbar (Tab. 78). Sowohl vor als auch nach dem Inzidenzquartal begrenzt sich die Parodontalbehandlung bei mindestens 75 % der Versicherten auf ein Quartal.

Tab. 77 Anzahl Personen und Fälle mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal

Bezug zu Inzidenzquartal	Inzidente KHK & mind. eine Parodontalbehandlung		
	Personen		ambulante Fälle
	Anzahl	%	Anzahl
8 Quartale vor	607	2,9	618
8 Quartale nach	898	4,2	928

Anteil an allen mind. 18 jährigen und zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit, n = 21263. © PMV 2019

Tab. 78 Anzahl Leistungsquartale Versicherte mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal

Bezug zu Inzidenzquartal	Anzahl	Personen mit inzidenter KHK & mind. einer Parodontalbehandlung						
		Leistungsquartale pro Inanspruchnehmer						
		Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
8 Quartale vor	607	1	1	1	1	2	1	0
8 Quartale nach	898	1	1	1	1	2	1	0

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Schlaganfall

Tab. 79 und Tab. 80 bezieht sich auf die Parodontalbehandlung von Versicherten mit inzidentem Schlaganfall zwei Jahre vor und nach Diagnosestellung.

Dabei ist der Anteil an Versicherten mit Schlaganfall und mind. eine Parodontalbehandlung sowohl vor als auch nach der Schlaganfalldiagnose mit jeweils 2,4 % sehr gering.

Tab. 79 Anzahl Personen und Fälle mit inzidentem Schlaganfall in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal

Bezug zu Inzidenzquartal	Inzidenter Schlaganfall & mind. eine Parodontalbehandlung		
	Personen		ambulante Fälle
	Anzahl	%	Anzahl
8 Quartale vor	123	2,4	127
8 Quartale nach	123	2,4	129

Anteil an allen mind. 18 jährigen und zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherten mit inzidentem Schlaganfall, n = 5076. © PMV 2019

Tab. 80 Anzahl Leistungsquartale pro Versicherte mit inzidentem Schlaganfall in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal

Bezug zu Inzidenzquartal	Anzahl	Personen mit inzidentem Schlaganfall & mind. einer Parodontalbehandlung						
		Leistungsquartale pro Inanspruchnehmer						
		Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
8 Quartale vor	123	1	1	1	1	2	1	0
8 Quartale nach	123	1	1	1	1	3	1	0

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

5.4

Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten

Das folgende Kapitel bezieht sich auf Patient*innen mit einer inzidenten chronischen Erkrankung (Diabetes bzw. KHK) im Jahr 2013 (Studienpopulation 2), die im Inzidenzquartal oder den zwei Folgejahren eine (exponiert) bzw. keine (nicht exponiert) Parodontalbehandlung erhalten haben.

Hauptziel der folgenden Analysen war die Untersuchung des Behandlungseffekts von Parodontalbehandlungen auf das Outcome Gesundheitskosten in einer Population von chronisch Erkrankten (Diabetes bzw. KHK). Dabei wurde das Outcome Gesundheitskosten definiert als die durchschnittlichen Gesundheitskosten im dritten Jahr nach der ersten Diabetes-Diagnosestellung. Die Kosten wurden sowohl in unterschiedlich zusammengefasster Form, als auch differenziert nach einzelnen Sektoren (ambulant, stationär, Arzneimittel) betrachtet und flossen in logarithmierter Form in die Berechnung des durchschnittlichen Behandlungseffekts (ATE) ein.

5.4.1

Versicherte mit inzidentem Diabetes

Im folgenden Abschnitt werden durchgängig Versicherte, die im Jahr 2013 eine neue Diabetes-Diagnose erhalten haben, untersucht.

Beschreibung der Studienpopulation

Insgesamt wurden 23.771 Versicherte in die Analyse eingeschlossen, von denen 5,3 % der Gruppe der Exponierten zugeordnet werden konnten. Dies bedeutet, dass in dieser Studienpopulation ein sehr geringer Anteil im Inzidenzquartal oder den zwei Folgejahren mindestens eine Parodontalbehandlung erhalten hat (Tab. 81).

Tab. 81

Inanspruchnahme mind. eine Parodontalbehandlung 8 Quartale nach Inzidenzquartal von durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013

Parodontalbehandlung 8 Q. nach Inzidenzquartal	Anzahl	%
nein	22.504	94,7
ja	1.267	5,3
gesamt	23.771	100,0

Q=Quartale. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger Diabetes-Diagnose in 2013. © PMV 2019

In Tab. 82 und Tab. 83 werden verschiedene Charakteristika zwischen der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten verglichen, die in den folgenden Analysen als Kovariablen (s. Kapitel 4.3.3) berücksichtigt wurden. Dabei zeigen sich vor allem Unterschiede hinsichtlich der Gesundheitskosten und der Inanspruchnahme zahnmedizinischer Leistungen vor der erstmaligen Dokumentation der Diabetes-Diagnose in 2013. Mit 81,4 % nehmen Personen aus der Gruppe der Exponierten häufiger vor Dokumentation der ersten Diabetesdiagnose eine zahnmedizinische Behandlung in Anspruch als Personen aus der

Gruppe der Nicht-Exponierten (67,9 %). Die durchschnittlichen Gesundheitskosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil-, Hilfsmittel) ein Jahr vor der ersten Diabetes-Diagnose fallen in der Gruppe der Nicht-Exponierten höher aus als bei den Exponierten.

Tab. 82 Charakteristika der durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 differenziert nach Expositionsstatus: Kategoriale Kovariablen

Variable	Kategorie	exponiert		nicht exponiert	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Geschlecht	Frauen	548	43,3	10.101	44,9
	Männer	719	56,7	12.403	55,1
Nielsen-Gebiet	Bayern	185	14,6	3.313	14,7
	BW	150	11,8	2.826	12,6
	Missing	<5		34	0,2
	Mitte	214	16,9	4.021	17,9
	Nord(West)	149	11,8	2.663	11,8
	NRW	461	36,4	7.591	33,7
	Ost(Nord)	75	5,9	1.369	6,1
Zahnarztbesuch prä	Ost(Süd)	32	2,5	687	3,1
	ja	1031	81,4	15.269	67,9
	nein	236	18,6	7.235	32,1

Exposition: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. Prä: 1-4 Quartale vor Inzidenzquartal. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger Diabetes-Diagnose in 2013, exponiert n=1267, nicht exponiert n=22504. Anteilswerte bei unter 5 Personen werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 83 Charakteristika der durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 differenziert nach Expositionsstatus: Metrische Kovariablen

Variable	exponiert		nicht exponiert	
	Mittelwert	Std	Mittelwert	Std
Alter	58,0	11,1	61,0	13,3
Charlson	1,0	1,4	1,2	1,6
Inanspruchnahme Facharzt	4,0	3,0	4,0	3,0
Gesamtkosten vor Inzidenz	1.972,5	4.690,0	2.260,7	6.198,0

Std=Standardabweichung. Gesamtkosten: ambulante, stationäre, Arzneimittelkosten, Heil- und Hilfsmittelkosten. © PMV 2019
Exposition: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder 8 Folgequartalen. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger Diagnose Diabetes in 2013, exponiert n=1267, nicht exponiert n=22504.

In Tab. 84 wird der Anteil an Versicherten dargestellt, bei denen vier Quartale vor dem Inzidenzquartal, im Inzidenzquartal und zwei Jahre nach Inzidenzquartal (8 Quartale) der PSI-Score erhoben wurde. Ergebnisse des PSI-Scorings liegen in den Krankenkassendaten nicht vor. Es wird differenziert nach Expositionsgruppen. Die Gruppe der Exponierten, d. h. Personen mit Parodontalbehandlung im Inzidenz- oder den acht Folgequartalen, weist über den ganzen Verlauf einen höheren Anteil an Personen mit PSI-Scoring auf. Dies ist darauf

zurückzuführen, dass der PSI-Score als ein Diagnoseinstrument zur Aufdeckung von Parodontose genutzt wird.

Tab. 84 Erhebung des PSI-Scores bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition

Exponiert	gesamt	Erhebung PSI Score					
		4Q. vor Inzidenz- quartal		im Inzidenz- quartal		bis 8Q. nach Inzidenzquartal	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.267	430	33,9	143	11,3	974	76,9
nein	22.504	4.430	19,7	1.178	5,2	9.062	40,3
gesamt	23.771	4.860	20,4	1.321	5,6	10.036	42,2

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen.

© PMV 2019

Tab. 85 bezieht sich auf das Erstellen von Heil- und Kostenplänen für eine Parodontalbehandlung (BEMA 4). Es werden ebenfalls die Zeiträume vor, im Inzidenzquartal und zwei Jahre nach Inzidenzquartal untersucht. Auffällig ist, dass in der Gruppe der Nicht-Exponierten ab Inzidenzquartal kaum Personen mit BEMA 4-Verordnung auftaucht. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass bei Versicherten (mit einer Ausnahme), für die ein Kostenplan für die Parodontalbehandlung erstellt wurde die Behandlung von der Krankenkasse genehmigt und vom entsprechend durchgeführt wurden.

Tab. 85 Heil- und Kostenplanerstellung bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition

Exponiert	gesamt	Inanspruchnahme BEMA 4					
		4Q. vor Inzidenz- quartal		im Inzidenz- quartal		bis 8Q. nach Inzidenzquartal	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.267	39	3,1	157	12,4	1116	88,1
nein	22.504	470	2,1	0		<5	
gesamt	23.771	509	2,1	157	0,7	1117	4,7

BEMA 4: Befundaufnahme & Erstellung eines Heil- und Kostenplans bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums. Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. Anteilswerte bei weniger als 5 Personen werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Beschreibung der Gesundheitskosten (Outcome)

In Tab. 86 bis Tab. 92 werden die im dritten Jahr nach erster Diabetes Diagnosestellung verursachten Gesundheitskosten der Gruppe der Exponierten mit der Gruppe der Nicht-Exponierten deskriptiv beschrieben. Im Vergleich zeigen sich durchschnittlich höhere medizinische Gesamtkosten (mit und ohne Berücksichtigung der Heil- und Hilfsmittel) in der Gruppe der Nicht-Exponierten. Aufgeschlüsselt nach Sektoren verursachen die Nicht-Exponierten im Schnitt vor allem höhere ambulante, stationäre und Arzneimittelkosten (ohne Antidiabetika). Dahingegen zeigen die Exponierten im Schnitt höhere indirekte Kosten durch Arbeitsunfähigkeit.

Bei den stationären Kosten, den diabetesspezifischen Arzneimittelkosten und den indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit ist jeweils der hohe Anteil an Personen ohne Kosten zu berücksichtigen.

Letztendlich zeigt sich durch die zumeist deutlich höheren Mittelwerte im Vergleich zum Median bei allen Kosten eine rechtsschiefe Verteilung der Daten.

Tab. 86

Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes

Exponiert	Gesamtkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	508	927	2.144	72.102	2.168
nein	0	524	977	2.394	211.385	2.767

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 87

Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil-, Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes

Exponiert	Gesamtkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	546	1.063	2.383	73.010	2.345
nein	0	572	1.115	2.810	223.317	3.020

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 88

Beschreibung der ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes

Exponiert	ambulante Kosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	372	600	958	8.317	793
nein	0	368	612	989	33.744	812

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 89 **Beschreibung der stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes**

Exponiert	stationäre Kosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	0	0	134	57.516	1.050
nein	0	0	0	249	178.580	1.525

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 90 **Beschreibung der Kosten für Antidiabetika bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes**

Exponiert	diabetesspez. Arzneimittelkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	0	0	10	1.173	34
nein	0	0	0	10	1.838	36

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 91 **Beschreibung der Kosten Arzneimittelkosten (ohne Antidiabetika) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes**

Exponiert	Arzneimittelkosten (ohne Antidiabetika) der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	50	113	262	13.052	285
nein	0	53	129	310	203.674	382

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 92 **Beschreibung der indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes**

Exponiert	Kosten Arbeitsunfähigkeit der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	0	0	0	42.957	1.158
nein	0	0	0	0	47.214	976

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Prüfung der Qualität des Propensity Scores

Der für die Population von Versicherten mit inzidentem Diabetes gebildete Propensity Score wird als adäquat eingestuft. Ein Vergleich der Verteilung der Propensity-Score-Werte in der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten weist auf eine relativ gute Überschneidung hin (Anhang 14, Abb. 63-Abb. 64).

Nach Gewichtung der Studienpopulation anhand des Propensity Scores liegen die Werte für die standardisierten Differenzen unter 0,1, was auf eine gute Balance der Kovariablen zwischen den Expositionsgruppen hinweist (Anhang 14, Tab. 199, Tab. 200).

Average treatment effect

Der average treatment effect wurde auf Basis von vier Modellen berechnet. In Form einer einfachen linearen Regression, einer Propensity Score gewichteten Poisson-Regression, einer nach den Kovariablen adjustierten Poisson-Regression und auf Basis der doppelt robusten Methodik.

Bei den einzelnen Kostenarten weisen die verschiedenen Modelle größtenteils ähnliche Ergebnisse auf, weswegen im Folgenden allein die Ergebnisse auf Basis der doppelt robusten Methodik detaillierter beschrieben werden.

Auf Grund der rechtsschiefen Verteilung der Kosten erfolgte eine Logarithmierung aller Kostenvariablen. Die im Methodikteil (s. Kapitel 4.3.3) beschriebene Rücktransformierung der Ergebnisse auf log-Skala ergibt das in den Tabellen dargestellte Verhältnis (Ratio) vom geometrischen Mittel der Kosten der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten.

Gesamtkosten 1
(ambulant, stationär, Arzneimittel)

In Bezug auf die Gesamtkosten, definiert über die Summe von ambulanten, stationären und Arzneimittelkosten, zeigen die Ergebnisse zum durchschnittlichen Behandlungseffekt (ATE), dass Versicherte, denen im Jahr 2013 die erste Diabetesdiagnose gestellt wurde und die im Anschluss eine Parodontalbehandlung erhalten haben, im dritten Jahr nach dem Inzidenzquartal im Schnitt um 3,8 % geringere medizinische Gesamtkosten aufweisen als Versicherte ohne eine Parodontalbehandlung (doppelt robuste Methodik). Die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant und sind als Tendenz zu sehen.

Tab. 93 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methoden	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,942	0,911	0,974
simple regression	0,939	0,869	1,015
adjusted regression (Poisson)	0,959	0,891	1,031
doubly robust	0,962	0,894	1,036

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Gesamtkosten 2
 (ambulant, stationär, Arzneimittel, Heil-, Hilfsmittel)

Werden die Auswirkungen der Parodontalbehandlung auf die medizinischen Gesamtkosten inkl. der Kosten für Heil- und Hilfsmittel betrachtet, zeigen Versicherte mit inzidentem Diabetes im Jahr 2013 und anschließender Parodontalbehandlung im Schnitt um 4.8 % geringere Kosten im Vergleich zu den Versicherten ohne Parodontalbehandlung (doppelt robuste Methodik). Die Ergebnisse sind ebenfalls statistisch nicht signifikant.

Tab. 94 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil- und Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methoden	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,932	0,901	0,964
simple regression	0,929	0,860	1,005
adjusted regression (Poisson)	0,950	0,883	1,022
doubly robust	0,952	0,885	1,025

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Ambulante Kosten

Die Analyse des Behandlungseffekts einer Parodontalbehandlung auf die ambulanten Kosten, zeigt, dass Personen mit inzidentem Diabetes und Inanspruchnahme einer Parodontalbehandlung im Verhältnis zu Personen ohne Parodontalbehandlung im Schnitt etwas höhere ambulante Kosten in dritten Jahr nach dem Inzidenzquartal aufweisen (doppelt robuste Methodik, +2.4 %). Die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant.

Tab. 95 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methode	ATE	LCL	UCI
weighted regression (Poisson)	1,010	0,985	1,035
simple regression	1,019	0,962	1,079
adjusted regression (Poisson)	1,021	0,968	1,077
doubly robust	1,024	0,972	1,080

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Stationäre Kosten

Die Analysen zum average treatment effect in Bezug auf die stationären Kosten als Outcome weisen darauf hin, dass Personen mit inzidentem Diabetes und anschließender Parodontalbehandlung im Vergleich zu Personen ohne Parodontalbehandlung deutlich geringere durchschnittliche stationäre Kosten im dritten Jahr nach Inzidenzquartal aufweisen (doppelt robusten Methodik, - 13.5%). Die Ergebnisse sind jedoch statistisch nicht signifikant.

Tab. 96 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methode	ATE	LCL	UCI
weighted regression (Poisson)	0,832	0,761	0,909
simple regression	0,819	0,670	1,002
adjusted regression (Poisson)	0,861	0,691	1,072
doubly robust	0,865	0,693	1,080

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Diabetesspezifische Arzneimittelkosten

Wird der Behandlungseffekt auf die GKV-Kosten für Antidiabetika betrachtet, weisen Versicherte mit inzidentem Diabetes und anschließender Parodontalbehandlung im Vergleich zu Versicherten ohne Parodontalbehandlung im Schnitt um 7.0 % (doppelt robuste Methodik) geringere Kosten auf. Die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant und als Tendenz zu sehen.

Tab. 97 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die diabetesspezifischen Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,949	0,904	0,997
simple regression	0,963	0,864	1,074
adjusted regression (Poisson)	0,929	0,834	1,034
doubly robust	0,930	0,836	1,034

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Arzneimittelkosten ohne Antidiabetika

Die Ergebnisse zum ATE zeigen, dass bei Personen mit inzidentem Diabetes und einer anschließenden Parodontalbehandlung die weiteren Arzneimittelkosten, ausgenommen sind Antidiabetika, im dritten Jahr nach Inzidenzquartal im Schnitt um 3.2 % (doppelt robuste Methodik) geringer ausfallen als bei Versicherten, die keine Parodontalbehandlung in Anspruch genommen haben. Die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant.

Tab. 98 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die Arzneimittelkosten ohne Antidiabetika bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,928	0,892	0,966
simple regression	0,889	0,812	0,974
adjusted regression (Poisson)	0,966	0,890	1,049
doubly robust	0,968	0,892	1,050

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Indirekte Kosten durch Arbeitsunfähigkeit

Die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit liegen im Schnitt bei den Personen mit inzidentem Diabetes in 2013 und anschließender Parodontalbehandlung um das 1,2-fache (doppelt robuste Methodik) höher als bei Personen mit inzidentem Diabetes und ohne Parodontalbehandlung. Die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant.

Tab. 99 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	1,142	1,053	1,238
simple regression	1,333	1,118	1,590
adjusted regression (Poisson)	1,182	0,983	1,420
doubly robust	1,204	0,997	1,454

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

5.4.2 Versicherte mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Im Folgenden werden Versicherte betrachtet, die erstmalig im Jahr 2013 die Diagnose koronare Herzkrankheit erhalten haben.

Beschreibung der Studienpopulation

Insgesamt wurden 21.263 Versicherte in die Analyse eingeschlossen, von denen mit 4,7 % ein sehr geringer Teil der Gruppe der Exponierten zugeordnet werden konnten (Tab. 100).

Tab. 100 **Inanspruchnahme mind. eine Parodontalbehandlung 8 Quartale nach Inzidenzquartal von zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013**

Parodontalbehandlung 8 Q. nach Inzidenzquartal	Anzahl	%
nein	20.260	95,3
ja	1.003	4,7
gesamt	21.263	100,0

Q=Quartale. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger koronare Herzkrankheit-Diagnose in 2013. © PMV 2019

In Tab. 101 und Tab. 102 werden verschiedene Charakteristika zwischen der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten verglichen, die in den folgenden Analysen zum average treatment effect als Kovariablen (s. Kapitel 4.3.3) berücksichtigt wurden. Die auffälligsten Unterschiede zwischen den Expositionsgruppen zeigen sich hinsichtlich der Inanspruchnahme von Zahnärzt*innen und der Gesundheitskosten ein Jahr vor der ersten KHK-Diagnose. Während 82,3 % der Versicherten aus der Gruppe der Exponierten ein Jahr vor der ersten Diagnose einer KHK mindestens einmal eine zahnmedizinische Behandlung erhalten haben, trifft dies auf 69,8 % der Versicherten aus der Gruppe der Nicht-Exponierten zu. Die medizinischen Gesundheitskosten ein Jahr vor der ersten KHK-Diagnose fallen dahingegen im Schnitt in der Gruppe der Nicht-Exponierten höher aus.

Tab. 101 Charakteristika von durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Kategoriale Kovariablen

Variable	Kategorie	exponiert		nicht exponiert	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Geschlecht	Frauen	357	35,6	8.003	39,5
	Männer	646	64,4	12.257	60,5
Nielsen-Gebiet	Bayern	132	13,2	2.794	13,8
	BW	129	12,9	2.403	11,9
	Missing	<5		28	0,1
	Mitte	131	13,1	3.341	16,5
	Nord(West)	125	12,5	2.647	13,1
	NRW	416	41,5	7.319	36,1
	Ost(Nord)	53	5,3	1.199	5,9
Zahnarztbesuch prä	Ost(Süd)	16	1,6	529	2,6
	ja	825	82,3	14.138	69,8
	nein	178	17,7	6.122	30,2

Exposition: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. Prä: 1-4 Quartale vor Inzidenzquartal. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger koronare Herzkrankheit-Diagnose in 2013, exponiert n=1003, nicht exponiert n=20260. Anteilswerte bei unter 5 Personen werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 102 Charakteristika von durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Kategoriale Kovariablen

Variable	exponiert		nicht exponiert	
	Mittelwert	Std	Mittelwert	Std
Alter	60,0	10,5	64,0	12,5
Charlson	1,6	1,7	2,0	1,9
Inanspruchnahme Facharzt	5,0	3,2	5,0	3,0
Gesamtkosten vor Inzidenz	1.998,5	3.660,1	2.543,5	4.933,6

Std=Standardabweichung. Gesamtkosten: ambulante, stationäre, Arzneimittelkosten, Heil- und Hilfsmittelkosten. © PMV 2019
Exposition: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder 8 Folgequartalen. Studienpopulation: Zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherte mit erstmaliger Diagnose koronare Herzkrankheit in 2013, exponiert n=1003, nicht exponiert n=20260.

In Tab. 103 wird der Anteil an Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit dargestellt, bei denen vier Quartale vor Inzidenzquartal, im Inzidenzquartal und zwei Jahre nach Inzidenzquartal (8 Quartale) der PSI-Score erhoben wurde. Aussagen über das Ergebnis des PSI-Scoring können auf Basis von Krankenkassendaten nicht getroffen werden. In allen drei Zeiträumen weist die Gruppe der Exponierten den höheren Anteil an Personen mit PSI-Score auf. Ab Inzidenzquartal wurde bei doppelt so vielen Exponierten ein PSI-Scoring durchgeführt im Vergleich zu der Gruppe der Nicht-Exponierten.

Tab. 103

Erhebung des PSI-Scores bei durchgängig Versicherten (2011-2016) mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition

Exponiert	gesamt	Erhebung PSI Score					
		4Q. vor Inzidenz- quartal		im Inzidenz- quartal		bis 8Q. nach Inzidenzquartal	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.003	339	33,8	106	10,6	799	79,7
nein	20.260	3.906	19,3	1.006	5,0	8.157	40,3
gesamt	21.263	4.245	20,0	1.112	5,2	8.956	42,1

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen.

© PMV 2019

Tab. 104 bezieht sich auf das Erstellen von Heil- und Kostenplänen für eine Parodontalbehandlung (BEMA 4). Es wurden ebenfalls die drei Zeiträume ein Jahr vor Inzidenzquartal, im Inzidenzquartal und zwei Jahre nach Inzidenzquartal betrachtet. Ein Jahr vor Inzidenzquartal zeigen sich keine großen Unterschiede im Anteil an Personen mit abgerechneter BEMA 4-Ziffer zwischen den Expositionsgruppen. Dahingegen nimmt ab Inzidenzquartal der Anteil an Exponierten mit abgerechneter BEMA 4-Ziffer deutlich zu, während in der Gruppe der Nicht-Exponierten kaum eine BEMA 4-Ziffer abgerechnet wird. Die Ergebnisse lassen sich dadurch erklären, dass die BEMA 4-Ziffer eine Voraussetzung für die Durchführung einer Parodontalbehandlung ist. Dies bedeutet, dass bei abgerechneter BEMA 4-Leistung in den meisten Fällen eine Parodontalbehandlung durchgeführt wurde.

Tab. 104

Heil- und Kostenplanerstellung bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums bei durchgängig Versicherten (2011-2016) mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition

Exponiert	gesamt	Inanspruchnahme BEMA 4					
		4Q. vor Inzidenz- quartal		im Inzidenz- quartal		bis 8Q. nach Inzidenzquartal	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.003	36	3,6	109	10,9	894	89,1
nein	20.260	422	2,1	<5		<5	
gesamt	21.263	458	2,2	110	0,5	896	4,2

BEMA 4: Befundaufnahme & Erstellung eines Heil- und Kostenplans bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums. Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. Anteilswerte bei weniger als 5 Personen werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Beschreibung der Gesundheitskosten (Outcome)

In Tab. 105 bis Tab. 110 werden die im dritten Jahr nach erstmaliger KHK-Diagnose verursachten Gesundheitsausgaben gesamt und nach einzelnen Sektoren für die Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten deskriptiv beschrieben. Im Vergleich weisen die Nicht-Exponierten bei fast allen Kostenarten die höheren Beträge auf. Eine Ausnahme stellen die indirekten Kosten für Arbeitsunfähigkeit dar, bei denen die Nicht-Exponierten im Durchschnitt die geringeren Kosten aufweisen.

Bei den stationären Kosten und den indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit ist jeweils der hohe Anteil an Personen ohne Kosten zu berücksichtigen. In beiden Fällen weisen mindestens die Hälfte der Versicherten keine stationären Kosten oder indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit auf.

Der höhere Mittelwert im Vergleich zum Median weist in allen Fällen auf eine rechtsschiefe Verteilung der Kosten hin.

Tab. 105

Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	Gesamtkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	592	1.136	2.878	85.976	2.950
nein	0	663	1.295	3.413	233.167	3.488

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 106

Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil-, Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	Gesamtkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	635	1.269	3.066	85.976	3.175
nein	0	724	1.494	3.860	233.287	3.794

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 107

Beschreibung der ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	ambulante Kosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	412	685	1.107	14.811	920
nein	0	437	709	1.136	25.543	921

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 108

Beschreibung der stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	stationäre Kosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	0	0	619	84.778	1.643
nein	0	0	0	1.613	231.593	2.051

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 109

Beschreibung der Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	Arzneimittelkosten der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	72	160	403	19.053	386
nein	0	86	210	527	80.618	516

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Tab. 110

Beschreibung der indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit

Exponiert	Kosten Arbeitsunfähigkeit der Versicherten (in €)					
	Min	P25	Median	P75	Max	MW
ja	0	0	0	0	43.731	1.166
nein	0	0	0	0	47.214	872

Exponiert: Mind. eine Parodontalbehandlung im Inzidenzquartal oder den 8 Folgequartalen. © PMV 2019

Prüfung der Qualität des Propensity Scores

Der für die Population von Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit gebildete Propensity Score wird als adäquat eingestuft. Ein Vergleich der Verteilung der Propensity-Score-Werte in der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten weist auf eine gute Überlappung der Score-Werte hin (Anhang 15, Abb. 65, Abb. 66).

Nach Gewichtung der Studienpopulation anhand des Propensity Scores liegen die Werte für die standardisierten Differenzen unter 0,1, was auf eine gute Balance der Kovariablen zwischen den Expositionsgruppen hinweist (Anhang 13, Tab. 203).

Average treatment effect

Der average treatment effect wurde auf Basis von vier Modellen berechnet. In Form einer einfachen Regression, einer Propensity Score gewichteten Poisson-Regression, einer nach den Kovariablen adjustierten Poisson-Regression und auf Basis der doppelt robusten Methodik.

Im Folgenden werden vor allem die Ergebnisse zum jeweiligen doppelt robusten Modell genauer beschrieben. Auf Grund der rechtsschiefen Verteilung wurden die Kosten logarithmiert und der dargestellte average treatment effect ist nach Entlogarithmierung (s. Kapitel 4.3.3) der Ergebnisse als Ratio vom geometrischen Mittel der Kosten der Gruppe der Exponierten und Nicht-Exponierten zu interpretieren.

Gesamtkosten 1
(ambulant, stationär, Arzneimittel)

In Bezug auf die medizinischen Gesamtkosten, definiert als ambulante, stationäre und Arzneimittelkosten, weisen Personen mit inzidenter koronarer Herzkrankheit und anschließender Parodontalbehandlung im dritten Jahr nach Inzidenzquartal im Schnitt um 2.1 % (doppelt robuste Methodik) geringere medizinische Gesamtkosten auf als Personen ohne Parodontalbehandlung. Das Ergebnis ist statistisch jedoch nicht signifikant und als Tendenz zu werten.

Tab. 111 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,964	0,930	0,998
simple regression	0,872	0,801	0,949
adjusted regression (Poisson)	0,991	0,911	1,078
doubly robust	0,979	0,902	1,063

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Gesamtkosten 2
(ambulant, stationär, Arzneimittel, Heil-, Hilfsmittel)

Die Ergebnisse des Behandlungseffekts bezogen auf die medizinischen Gesamtkosten (Gesamtkosten 1 inkl. Heil- und Hilfsmittelkosten) zeigen, dass Personen mit inzidenter koronarer Herzkrankheit und in Anspruch genommener Parodontalbehandlung im Schnitt etwas geringere medizinische Gesamtkosten im dritten Jahr nach dem Inzidenzquartal aufweisen als Personen ohne Parodontalbehandlung im gleichen Zeitraum (doppelt robuste Methodik, - 3.0%). Das Ergebnis ist statistisch nicht signifikant.

Tab. 112 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil- und Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,953	0,920	0,987
simple regression	0,860	0,790	0,937
adjusted regression (Poisson)	0,981	0,902	1,066
doubly robust	0,970	0,895	1,052

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Ambulante Kosten

Die Analysen geben Hinweise, dass Personen mit inzidenter koronarer Herzkrankheit und anschließender Parodontalbehandlung etwas höhere ambulante Kosten im dritten Jahr nach Diagnosestellung aufweisen als die Vergleichsgruppe (doppelt robusten Methodik, + 6.7 %). Die Ergebnisse sind statistisch grenzwertig signifikant.

Tab. 113

Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die ambulante Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	1,055	1,029	1,082
simple regression	0,984	0,927	1,044
adjusted regression (Poisson)	1,067	1,008	1,130
doubly robust	1,067	1,006	1,133

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Stationäre Kosten

Der Behandlungseffekt einer Parodontaltherapie auf die stationären Kosten, weist auf deutlich geringere durchschnittliche Kosten bei Personen mit inzidenter koronarer Herzkrankheit und in Anspruch genommener Parodontalbehandlung hin im Vergleich zu Personen ohne entsprechende Parodontalbehandlung. Im Verhältnis zeigt sich eine durchschnittliche Kostenreduktion von 20.7 % (doppelt robuste Methodik). Das Ergebnis ist statistisch nicht signifikant.

Tab. 114

Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,787	0,711	0,870
simple regression	0,723	0,567	0,922
adjusted regression (Poisson)	0,818	0,624	1,072
doubly robust	0,793	0,608	1,035

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Arzneimittelkosten

Patient*innen mit inzidenter koronarer Herzerkrankung, die eine anschließende Parodontalbehandlung in Anspruch genommen haben, zeigen im Schnitt um 4.9 % (doppelt robuste Methodik) geringere Arzneimittelkosten im dritten Jahr nach Inzidenzquartal als Personen ohne Parodontalbehandlung. Das Ergebnis ist statistisch nicht signifikant.

Tab. 115 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	0,934	0,898	0,971
simple regression	0,797	0,726	0,874
adjusted regression (Poisson)	0,958	0,876	1,048
doubly robust	0,951	0,872	1,036

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

Indirekte Kosten durch Arbeitsunfähigkeit

Im Vergleich zu Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit, die im Anschluss keine Parodontalbehandlung in Anspruch genommen haben, weisen Personen mit Parodontalbehandlung im dritten Jahr nach dem Inzidenzquartal im Schnitt die deutlich höheren indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit auf. Das Ergebnis ist statistisch signifikant.

Tab. 116 **Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013**

Methode	ATE	LCI	UCI
weighted regression (Poisson)	1,099	1,014	1,191
simple regression	1,647	1,367	1,985
adjusted regression (Poisson)	1,270	1,043	1,546
doubly robust	1,373	1,087	1,735

ATE=average treatment effect. LCL: unteres 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust). © PMV 2020
 UCL: oberes 95%-Konfidenzlimit (Bootstrap: adjusted regression, doubly robust).

1. Seitz MW, Listl S, Bartols A, Schubert I, Blaschke K, Haux C, et al. Current knowledge regarding links between highly prevalent dental and chronic diseases: an umbrella review. Preventing chronic disease (unpublished observations). 2018.
2. Holzinger F, Dahrendorf L, Heintze C. 'Parallel universes'? The interface between GPs and dentists in primary care: a qualitative study. *Family practice*. 2016;33(5):557-61.
3. Elangovan S, Hertzman-Miller R, Karimbux N, Giddon D. A framework for physician-dentist collaboration in diabetes and periodontitis. *Clinical diabetes : a publication of the American Diabetes Association*. 2014;32(4):188-92.
4. Rädcl M, Walter M, Bohm S, Priess H-W. Zahnreport 2017: Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse. BARMER, editor. Siegburg: Ansgard Verlagsservice GmbH; 2017.
5. Schubert I, Ihle P, Köster I. Interne Validierung von Diagnosen in GKV-Routinedaten: Konzeption mit Beispielen und Falldefinition. *Gesundheitswesen*. 2010;72(06):316-22.
6. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*. 2005;8(1):19-32.
7. IHME. Global Burden of Disease (GBD) 2016 [10 February 2018]. Available from: <http://www.healthdata.org/germany>.
8. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, Flaxman A, Naghavi M, Lopez A, et al. Global Burden of Oral Conditions in 1990-2010:A Systematic Analysis. *Journal of Dental Research*. 2013;92(7):592-7.
9. Chang JS, Tsai CR, Chen LT, Shan YS. Investigating the Association Between Periodontal Disease and Risk of Pancreatic Cancer. *Pancreas*. 2016;45(1):134-41.
10. Chang WP, Chang WC, Wu MS, Pai JT, Guo YC, Chen KC, et al. Population-based 5-year follow-up study in Taiwan of osteoporosis and risk of periodontitis. *J Periodontol*. 2014;85(3):e24-30.
11. Chen CK, Wu YT, Chang YC. Association between chronic periodontitis and the risk of Alzheimer's disease: a retrospective, population-based, matched-cohort study. *Alzheimers Res Ther*. 2017;9(1):56.
12. Chen DY, Lin CH, Chen YM, Chen HH. Risk of Atrial Fibrillation or Flutter Associated with Periodontitis: A Nationwide, Population-Based, Cohort Study. *PLoS One*. 2016;11(10):e0165601.
13. Chen HH, Huang N, Chen YM, Chen TJ, Chou P, Lee YL, et al. Association between a history of periodontitis and the risk of rheumatoid arthritis: a nationwide, population-based, case-control study. *Ann Rheum Dis*. 2013;72(7):1206-11.
14. Chen HH, Chen DY, Lin SY, Lai KL, Chen YM, Chou YJ, et al. Periodontitis exposure within one year before anti-diabetic treatment and the risk of rheumatoid arthritis in diabetes mellitus patients: a population-based cohort study. *Rev Bras Reumatol*. 2014;54(2):124-30.
15. Chen PC, Tung YC, Wu PW, Wu LS, Lin YS, Chang CJ, et al. Dental Procedures and the Risk of Infective Endocarditis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(43):e1826.
16. Chen SJ, Liu CJ, Chao TF, Wang KL, Chen TJ, Chou P, et al. Dental scaling and atrial fibrillation: A nationwide cohort study. *Int J Cardiol*. 2013;168(3):2300-3.
17. Chen ZY, Chiang CH, Huang CC, Chung CM, Chan WL, Huang PH, et al. The Association of Tooth Scaling and Decreased Cardiovascular Disease: A Nationwide Population-based Study. *Am J Med*. 2012;125(6):568-75.

18. Chou SH, Tung YC, Lin YS, Wu LS, Lin CP, Liou EJ, et al. Major Adverse Cardiovascular Events in Treated Periodontitis: A Population-Based Follow-Up Study from Taiwan. *PLoS One*. 2015;10(6):e0130807.
19. Chou YY, Lai KL, Chen DY, Lin CH, Chen H. Rheumatoid Arthritis Risk Associated with Periodontitis Exposure: A Nationwide, Population-Based Cohort Study. *Plos One*. 2015;10(10).
20. Hsu CC, Hsu YC, Chen HJ, Lin CC, Chang KH, Lee CY, et al. Association of Periodontitis and Subsequent Depression: A Nationwide Population-Based Study. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(51):e2347.
21. Hu JM, Shen CJ, Chou YC, Hung CF, Tian YF, You SL, et al. Risk of colorectal cancer in patients with periodontal disease severity: a nationwide, population-based cohort study. *Int J Colorectal Dis*. 2018;33(3):349-52.
22. Huang ST, Lin CL, Yu TM, Wu MJ, Kao CH. Intensive Periodontal Treatment Reduces Risk of Infection-Related Hospitalization in Hemodialysis Population: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(34):e1436.
23. Hung SH, Tsai MC, Lin HC, Chung SD. Allergic Rhinitis Is Associated With Periodontitis: A Population-Based Study. *J Periodontol*. 2016;87(7):749-55.
24. Keller JJ, Lin HC. The effects of chronic periodontitis and its treatment on the subsequent risk of psoriasis. *Br J Dermatol*. 2012;167(6):1338-44.
25. Keller JJ, Wu CS, Lin HC. Chronic rhinosinusitis increased the risk of chronic periodontitis: a population-based matched-cohort study. *Laryngoscope*. 2013;123(6):1323-7.
26. Keller JJ, Kang JH, Lin HC. Association between ankylosing spondylitis and chronic periodontitis: a population-based study. *Arthritis Rheum*. 2013;65(1):167-73.
27. Keller JJ, Chung SD, Lin HC. A nationwide population-based study on the association between chronic periodontitis and erectile dysfunction. *J Clin Periodontol*. 2012;39(6):507-12.
28. Lee CF, Lin MC, Lin CL, Yen CM, Lin KY, Chang YJ, et al. Non-apnea sleep disorder increases the risk of periodontal disease: a retrospective population-based cohort study. *J Periodontol*. 2014;85(4):e65-71.
29. Lee CF, Lin CL, Lin MC, Lin SY, Sung FC, Kao CH. Surgical treatment for patients with periodontal disease reduces risk of end-stage renal disease: a nationwide population-based retrospective cohort study. *J Periodontol*. 2014;85(1):50-6.
30. Lee YL, Hu HY, Huang N, Hwang DK, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis and periodontal treatment are protective factors to ischemic stroke. *Stroke*. 2013;44(4):1026-30.
31. Lee YL, Hu HY, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of acute myocardial infarction: a nationwide population-based study in Taiwan. *Clinical interventions in aging*. 2015;10:175-82.
32. Lee YL, Hu HY, Huang LY, Chou P, Chu DC. Periodontal Disease Associated with Higher Risk of Dementia: Population-Based Cohort Study in Taiwan. *J Am Geriatr Soc*. 2017;65(9):1975-80.
33. Lee YL, Hu HY, Yang NP, Chou P, Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of esophageal cancer in males; a nationwide population-based study in Taiwan. *PLoS One*. 2014;9(10):e109444.
34. Lee YT, Lee HC, Hu CJ, Huang LK, Chao SP, Lin CP, et al. Periodontitis as a Modifiable Risk Factor for Dementia: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *J Am Geriatr Soc*. 2017;65(2):301-5.
35. Lin PY, Chien KL, Chang HJ, Chi LY. Unfinished Root Canal Treatments and the Risk of Cardiovascular Disease. *J Endod*. 2015;41(12):1991-6.

36. Lin SY, Lin CL, Liu JH, Wang IK, Hsu WH, Chen CJ, et al. Association between periodontitis needing surgical treatment and subsequent diabetes risk: a population-based cohort study. *J Periodontol.* 2014;85(6):779-86.
37. Lu MC, Jheng CH, Tsai TY, Koo M, Lai NS. Increased dental visits in patients prior to diagnosis of primary Sjogren's syndrome: a population-based study in Taiwan. *Rheumatol Int.* 2014;34(11):1555-61.
38. Mau LP, Kuan YC, Tsai YC, Lin JJ, Huynh-Ba G, Weng PW, et al. Patients with chronic periodontitis present increased risk for osteoporosis: A population-based cohort study in Taiwan. *J Periodontal Res.* 2017;52(5):922-9.
39. Peng CH, Yang YS, Chan KC, Kornelius E, Chiou JY, Huang CN. Periodontal Treatment and the Risks of Cardiovascular Disease in Patients with Type 2 Diabetes: A Retrospective Cohort Study. *Intern Med.* 2017;56(9):1015-21.
40. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Chen CH, Tu CY, Hsia TC, et al. Risk of Periodontal Diseases in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Nationwide Population-based Cohort Study. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(46):e2047.
41. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Chen CH, Tu CY, Hsia TC, et al. Periodontal Treatment Reduces Risk of Adverse Respiratory Events in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Propensity-Matched Cohort Study. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(20):e3735.
42. Shen TC, Chang PY, Lin CL, Wei CC, Tu CY, Hsia TC, et al. Impact of periodontal treatment on hospitalization for adverse respiratory events in asthmatic adults: A propensity-matched cohort study. *Eur J Intern Med.* 2017;46:56-60.
43. Su NY, Huang JY, Hu CJ, Yu HC, Chang YC. Increased risk of periodontitis in patients with psoriatic disease: a nationwide population-based retrospective cohort study. *Peerj.* 2017;5.
44. Tzeng NS, Chung CH, Yeh CB, Huang RY, Yuh DY, Huang SY, et al. Are Chronic Periodontitis and Gingivitis Associated with Dementia? A Nationwide, Retrospective, Matched-Cohort Study in Taiwan. *Neuroepidemiology.* 2016;47(2):82-93.
45. Wen BW, Tsai CS, Lin CL, Chang YJ, Lee CF, Hsu CH, et al. Cancer risk among gingivitis and periodontitis patients: a nationwide cohort study. *Qjm.* 2014;107(4):283-90.
46. Wu CS, Yang TH, Lin HC, Sheu JJ, Chu D. Sudden sensorineural hearing loss associated with chronic periodontitis: a population-based study. *Otol Neurotol.* 2013;34(8):1380-4.
47. Wu YD, Lin CH, Chao WC, Liao TL, Chen DY, Chen HH. Association between a history of periodontitis and the risk of systemic lupus erythematosus in Taiwan: A nationwide, population-based, case-control study. *PLoS One.* 2017;12(10):e0187075.
48. Lin TH, Lung CC, Su HP, Huang JY, Ko PC, Jan SR, et al. Association between periodontal disease and osteoporosis by gender: a nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(7):e553.
49. Chaudhari M, Hubbard R, Reid RJ, Inge R, Newton KM, Spangler L, et al. Evaluating components of dental care utilization among adults with diabetes and matched controls via hurdle models. *BMC oral health.* 2012;12:20.
50. Newton KM, Chaudhari M, Barlow WE, Inge RE, Theis MK, Spangler LA, et al. A population-based study of periodontal care among those with and without diabetes. *J Periodontol.* 2011;82(12):1650-6.
51. Spangler L, Reid RJ, Inge R, Newton KM, Hujoel P, Chaudhari M, et al. Cross-sectional study of periodontal care and Glycosylated Hemoglobin in an insured population. *Diabetes care.* 2010;33(8):1753-8.

52. Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Gladowski PA, Bramson JB, Blum JJ. Impact of periodontal therapy on general health: Evidence from insurance data for five systemic conditions. *Am J Prev Med.* 2014;47(2):166–74.
53. Nasseh K, Vujicic M, Glick M. The Relationship between Periodontal Interventions and Healthcare Costs and Utilization. Evidence from an Integrated Dental, Medical, and Pharmacy Commercial Claims Database. *Health Econ.* 2017;26(4):519-27.
54. Lee JH, Kweon HH, Choi JK, Kim YT, Choi SH. Association between Periodontal disease and Prostate cancer: Results of a 12-year Longitudinal Cohort Study in South Korea. *Journal of Cancer.* 2017;8(15):2959-65.
55. Lee JH, Oh JY, Youk TM, Jeong SN, Kim YT, Choi SH. Association between periodontal disease and non-communicable diseases: A 12-year longitudinal health-examinee cohort study in South Korea. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(26):e7398.
56. Lee JH, Choi JK, Kim SH, Cho KH, Kim YT, Choi SH, et al. Association between periodontal flap surgery for periodontitis and vasculogenic erectile dysfunction in Koreans. *J Periodontal Implant Sci.* 2017;47(2):96-105.
57. Lee JH, Lee JS, Park JY, Choi JK, Kim DW, Kim YT, et al. Association of Lifestyle-Related Comorbidities With Periodontitis: A Nationwide Cohort Study in Korea. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(37):e1567.
58. Egeberg A, Mallbris L, Gislason G, Hansen PR, Mrowietz U. Risk of periodontitis in patients with psoriasis and psoriatic arthritis. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2017;31(2):288-93.
59. Saito M, Shimazaki Y, Nonoyama T, Tadokoro Y. Association between dental visits for periodontal treatment and type 2 diabetes mellitus in an elderly Japanese cohort. *J Clin Periodontol.* 2017;44(11):1133–9.
60. Egeberg A, Mallbris L, Gislason GH, Skov L, Hansen PR. Risk of Multiple Sclerosis in Patients with Psoriasis: A Danish Nationwide Cohort Study. *The Journal of investigative dermatology.* 2015.
61. Andersohn F, Walker J. Characteristics and external validity of the German Health Risk Institute (HRI) Database. *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2016;25(1):106-9.
62. Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D, editors. *Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven.* 2 ed. Bern: Verlag Hans Huber; 2014.
63. Hoffmann F, Icks A. Unterschiede in der Versichertenstruktur von Krankenkassen und deren Auswirkungen für die Versorgungsforschung: Ergebnisse des Bertelsmann-Gesundheitsmonitors. *Gesundheitswesen.* 2012;74(05):291-7.
64. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). ICD-10-GM Version 2016 Systematisches Verzeichnis: International statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision - German modifikation - 2015 [05.09.2018]. Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/downloads/?dir=icd-10-gm>.
65. Bundesministerium für Gesundheit. Glossar: Selektivvertrag 2011 [05.09.2018]. Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/s/selektivvertrag.html>.
66. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Einheitlicher Bewertungsmaßstab (EBM). Stand: 4. Quartal 2016. 2018.
67. Weigelt U. Innovative Versorgungsformen brauchen eine verlässliche gesetzliche Basis. In: Amelung VE, Ebel S, Hildebrandt H, editors. *Innovatives*

Versorgungsmanagement: Neue Versorgungsformen auf dem Prüfstand. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2011.

68. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen: Amtliche Fassung des ATCIndex mit DDD-Angaben für Deutschland im Jahr 2016. 2016. Available from: https://www.wido.de/aml_atc-code.html.

69. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Operationen- und Prozedurenschlüssel: Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin (OPS). Band 1: Systematisches Verzeichnis. Version 2016. 2015 [06.09.2018]. Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/downloads/?dir=ops>.

70. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung. Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen gemäß § 87 Abs. 2 und 2h SGB V (BEMA): Anlage A zum Bundesmantelvertrag - Zahnärzte (BMV-Z) 2018 [05.09.2018]. Available from: <https://www.kzbv.de/gebuehrenverzeichnisse.334.de.html>.

71. Robert Koch-Institut, editor. Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: RKI; 2014.

72. Grobe TG, Nimptsch U, Friedrich J. Krankenhausbehandlung. In: Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D, editors. Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven. 2. Bern: Verlag Hans Huber; 2014.

73. Valderas JM, Starfield B, Sibbald B, Salisbury C, Roland M. Defining Comorbidity: Implications for Understanding Health and Health Services. *Annals of Family Medicine*. 2009;7(4):357-63.

74. Le Reste JY, Nabbe P, Manceau B, Lygidakis C, Doerr C, Lingner H, et al. The European General Practice Research Network presents a comprehensive definition of multimorbidity in family medicine and long term care, following a systematic review of relevant literature. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(5):319-25.

75. Muth C, Uhlmann L, Haefeli WE, Rochon J, van den Akker M, Perera R, et al. Effectiveness of a complex intervention on Prioritising Multimorbidity in Multimorbidity (PRIMUM) in primary care: results of a pragmatic cluster randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2018;8(2):e017740.

76. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). ICD-10-GM Version 2013. Systematisches Verzeichnis: International statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision - German modifikation - 2012 [05.09.2018]. Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/downloads/>.

77. Quan H, Sundararajan V, Halfon P, Fong A, Burnand B, Luthi JC, et al. Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data. *Medical care*. 2005;43(11):1130-9.

78. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis*. 1987;40(5):373-83.

79. Statistisches Bundesamt. Durchschnittliche Bruttomonatsverdienste - Deutschland 2019 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VerdiensteArbeitskosten/VerdiensteVerdienstunterschiede/Tabellen/Bruttomonatsverdienste.html>.

80. Emsley R, Lunt M, Pickles A, Dunn G. Implementing double-robust estimators of causal effects. *Stata Journal*. 2008;8(3):334-53.

81. Nasseh K, Vujicic M, Glick M. The Relationship between Periodontal Interventions and Healthcare Costs and Utilization. Evidence from an

- Integrated Dental, Medical, and Pharmacy Commercial Claims Database. *Health Econ.* 2017;26(4):519-27.
82. SAS Institute Inc. *SAS/STAT® 14.3 User's Guide: The CAUSALTRT Procedure*. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.; 2017.
83. Manning WG. The logged dependent variable, heteroscedasticity, and the retransformation problem. *Journal of health economics.* 1998;17(3):283-95.
84. Garrido MM, Kelley AS, Paris J, Roza K, Meier DE, Morrison RS, et al. Methods for constructing and assessing propensity scores. *Health Serv Res.* 2014;49(5):1701-20.
85. Austin PC. Balance diagnostics for comparing the distribution of baseline covariates between treatment groups in propensity-score matched samples. *Stat Med.* 2009;28(25):3083-107.
86. Heidemann C, Kuhnert R, Born S, Scheidt-Nave C. 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes mellitus in Deutschland. *Journal of Health Monitoring.* 2017;2(1).
87. Busch MA, Kuhert R. 12-Monats-Prävalenz einer koronaren Herzkrankheit in Deutschland. *Journal of Health Monitoring.* 2017;2(1):64-9.
88. Busch MA, Kuhert R. 12-Monats-Prävalenz von Schlaganfall oder chronischen Beschwerden infolge eines Schlaganfalls in Deutschland. *Journal of Health Monitoring.* 2017;2(1):70-6.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Flow-Chart der Artikelselektion	5
Abb. 2	Datenaufbereitung: EBM-Leistungen innerhalb des Behandlungszeitraums des ambulanten alten Falles	15
Abb. 3	Datenaufbereitung: Mindestens eine EBM-Leistung innerhalb und eine außerhalb des Beobachtungszeitraums des ambulanten alten Falles	16
Abb. 4	Datenaufbereitung: Alle EBM-Leistungen außerhalb des Beobachtungszeitraums des ambulanten alten Falles	16
Abb. 5	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	43
Abb. 6	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	44
Abb. 7	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	45
Abb. 8	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarzkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	47
Abb. 9	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	48
Abb. 10	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	51
Abb. 11	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	52
Abb. 12	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	53

Abb. 13	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	55
Abb. 14	Boxplot über Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	56
Abb. 15	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	60
Abb. 16	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	61
Abb. 17	Boxplot über Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	62
Abb. 18	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	63
Abb. 19	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	64
Abb. 20	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	65
Abb. 21	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	66
Abb. 22	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	67
Abb. 23	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	71
Abb. 24	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	72

Abb. 25	Boxplot über Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	73
Abb. 26	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarzkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	74
Abb. 27	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	75
Abb. 28	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	76
Abb. 29	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	77
Abb. 30	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	78
Abb. 31	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	137
Abb. 32	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	138
Abb. 33	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	139
Abb. 34	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarzkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	140
Abb. 35	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	141

Abb. 36	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	142
Abb. 37	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	143
Abb. 38	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	144
Abb. 39	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	147
Abb. 40	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	148
Abb. 41	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	149
Abb. 42	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	150
Abb. 43	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	151
Abb. 44	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	152
Abb. 45	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	153
Abb. 46	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	154

Abb. 47	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	158
Abb. 48	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	159
Abb. 49	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	160
Abb. 50	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	161
Abb. 51	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	162
Abb. 52	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	163
Abb. 53	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	164
Abb. 54	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	165
Abb. 55	Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	168
Abb. 56	Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	169

Abb. 57	Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	170
Abb. 58	Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	171
Abb. 59	Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	172
Abb. 60	Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	173
Abb. 61	Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	174
Abb. 62	Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	175
Abb. 63	Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der <u>Nicht</u> -Exponierten Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	177
Abb. 64	Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Exponierten Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	177
Abb. 65	Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der <u>Nicht</u> -Exponierten Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	179
Abb. 66	Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Exponierten Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	180

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Operationalisierung von Parodontalerkrankungen	7
Tab. 2	Anzahl und Anteil an ambulanten Fällen ohne ICD-Diagnose nach Vertragsformen, 2011-2016	14
Tab. 3	Zuordnung der Bundesländer zu Nielsen-Gebieten	17
Tab. 4	ICD-10-Codes Diabetes mellitus	22

Tab. 5	ICD-10-Codes koronare Herzkrankheit (KHK)	22
Tab. 6	ICD-10-Codes Schlaganfall	23
Tab. 7	Abrechnungsziffern der Parodontalbehandlung nach einheitlichen Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (BEMA)	23
Tab. 8	Alters- und Geschlechtsstruktur der Grundgesamtheit 2016	30
Tab. 9	Anzahl und Anteil an Versicherten der Grundgesamtheit nach Wohnort, 2016	31
Tab. 10	Mind. einen Tag im jeweiligen Jahr durchgängig Versicherte und Sterbefälle, 2011-2016	31
Tab. 11	Versicherungsstatus und -zeiten, 2011-2016	32
Tab. 12	Administrative Prävalenz von Diabetes, koronarer Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall, 2011-2016	33
Tab. 13	Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung im Jahr nach BEMA & GOÄ, Leistungsjahr 2012-2016	34
Tab. 14	Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung im Jahr nach BEMA, Leistungsjahr 2012-2016	34
Tab. 15	Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA, GOÄ) innerhalb von zwei Jahren, 2012-2015	35
Tab. 16	Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA) innerhalb von zwei Jahren, 2012-2015	35
Tab. 17	Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA, GOÄ) innerhalb von drei Jahren, 2012-2014	35
Tab. 18	Versicherte mit mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA) innerhalb von drei Jahren, 2012-2014	36
Tab. 19	Versicherte mit Inanspruchnahme mind. einer Parodontalbehandlung gesamt und differenziert nach BEMA-Ziffer, 2012-2016	36
Tab. 20	Anzahl und Anteil Versicherter ohne mind. einen Arztkontakt im Jahr differenziert nach Arztgruppen, 2012-2016	37
Tab. 21	Die am häufigsten in Anspruch genommenen ambulanten Arztgruppen von Versicherten ohne Zahnarztkontakt in 2016	37
Tab. 22	Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes, 2016	39
Tab. 23	Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, 2016	39

Tab. 24	Inanspruchnahme mind. einer zahnärztlichen Leistung (gesamt, Parodontalbehandlung) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, 2016	40
Tab. 25	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	41
Tab. 26	Häufigkeit chronischer Erkrankungen (Diabetes, KHK, Schlaganfall) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	41
Tab. 27	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	42
Tab. 28	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	42
Tab. 29	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	43
Tab. 30	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	43
Tab. 31	Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	44
Tab. 32	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	46
Tab. 33	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	46
Tab. 34	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	47
Tab. 35	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	47
Tab. 36	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	48

Tab. 37	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung, 2016	48
Tab. 38	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	49
Tab. 39	Häufigkeit chronischer Erkrankungen (Diabetes, KHK, Schlaganfall) unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	50
Tab. 40	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	50
Tab. 41	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	50
Tab. 42	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	51
Tab. 43	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	51
Tab. 44	Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	52
Tab. 45	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	54
Tab. 46	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	54
Tab. 47	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	55
Tab. 48	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	55
Tab. 49	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	56

Tab. 50	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	56
Tab. 51	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	58
Tab. 52	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	58
Tab. 53	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	59
Tab. 54	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	59
Tab. 55	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	60
Tab. 56	Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	61
Tab. 57	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	63
Tab. 58	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	63
Tab. 59	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	64
Tab. 60	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	64
Tab. 61	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	65
Tab. 62	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	66

Tab. 63	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	69
Tab. 64	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	70
Tab. 65	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	70
Tab. 66	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	70
Tab. 67	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	71
Tab. 68	Verweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	72
Tab. 69	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	74
Tab. 70	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	74
Tab. 71	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	75
Tab. 72	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	75
Tab. 73	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	76

Tab. 74	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	77
Tab. 75	Anzahl Personen und Fälle mit inzidentem Diabetes in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal pro	80
Tab. 76	Anzahl Leistungsquartale pro Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal	80
Tab. 77	Anzahl Personen und Fälle mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal	80
Tab. 78	Anzahl Leistungsquartale Versicherte mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal	81
Tab. 79	Anzahl Personen und Fälle mit inzidentem Schlaganfall in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal	81
Tab. 80	Anzahl Leistungsquartale pro Versicherte mit inzidentem Schlaganfall in 2013 und Inanspruchnahme von Parodontalbehandlungen zwei Jahre vor bzw. nach Inzidenzquartal	81
Tab. 81	Inanspruchnahme mind. eine Parodontalbehandlung 8 Quartale nach Inzidenzquartal von durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	82
Tab. 82	Charakteristika der durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 differenziert nach Expositionsstatus: Kategoriale Kovariablen	83
Tab. 83	Charakteristika der durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013 differenziert nach Expositionsstatus: Metrische Kovariablen	83
Tab. 84	Erhebung des PSI-Scores bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition	84
Tab. 85	Heil- und Kostenplanerstellung bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition	84
Tab. 86	Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	85

Tab. 87	Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil-, Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	85
Tab. 88	Beschreibung der ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	85
Tab. 89	Beschreibung der stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	86
Tab. 90	Beschreibung der Kosten für Antidiabetika bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	86
Tab. 91	Beschreibung der Kosten Arzneimittelkosten (ohne Antidiabetika) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	86
Tab. 92	Beschreibung der indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes	86
Tab. 93	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	88
Tab. 94	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil- und Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	88
Tab. 95	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	89
Tab. 96	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	89
Tab. 97	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die diabetesspezifischen Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	90
Tab. 98	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die Arzneimittelkosten ohne Antidiabetika bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	90
Tab. 99	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	91
Tab. 100	Inanspruchnahme mind. eine Parodontalbehandlung 8 Quartale nach Inzidenzquartal von zwischen 2011-2016 durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013	91
Tab. 101	Charakteristika von durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Kategoriale Kovariablen	92

Tab. 102	Charakteristika von durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Kategoriale Kovariablen	92
Tab. 103	Erhebung des PSI-Scores bei durchgängig Versicherten (2011-2016) mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition	93
Tab. 104	Heil- und Kostenplanerstellung bei Erkrankungen der Mundschleimhaut & des Parodontiums bei durchgängig Versicherten (2011-2016) mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013, gesamt & differenziert nach Exposition	93
Tab. 105	Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	94
Tab. 106	Beschreibung der medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil-, Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	94
Tab. 107	Beschreibung der ambulanten Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	94
Tab. 108	Beschreibung der stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	95
Tab. 109	Beschreibung der Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	95
Tab. 110	Beschreibung der indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit	95
Tab. 111	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arzneimittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	96
Tab. 112	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die medizinischen Gesamtkosten (ambulant, stationär, Arznei-, Heil- und Hilfsmittel) bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	96
Tab. 113	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die ambulante Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	97
Tab. 114	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die stationären Kosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	97
Tab. 115	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die Arzneimittelkosten bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	98

Tab. 116	Behandlungseffekt (ATE, Ratio) auf die indirekten Kosten durch Arbeitsunfähigkeit bei durchgängig Versicherten mit inzidenter KHK in 2013	98
Tab. 117	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes, vor und nach Matching, 2016	129
Tab. 118	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes, vor und nach Matching, 2016	129
Tab. 119	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes, 2016	129
Tab. 120	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, vor und nach Matching, 2016	130
Tab. 121	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, vor und nach Matching, 2016	130
Tab. 122	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, 2016	130
Tab. 123	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, vor und nach Matching, 2016	131
Tab. 124	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, vor und nach Matching, 2016	131
Tab. 125	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, 2016	131
Tab. 126	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	132
Tab. 127	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	132
Tab. 128	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), 2016	132
Tab. 129	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	133
Tab. 130	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	133
Tab. 131	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	133
Tab. 132	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, vor und nach Matching, 2016	134
Tab. 133	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, vor und nach Matching, 2016	134

Tab. 134 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	134
Tab. 135 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	135
Tab. 136 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	135
Tab. 137 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), 2016	135
Tab. 138 Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	136
Tab. 139 Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	136
Tab. 140 Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	137
Tab. 141 Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	137
Tab. 142 Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationärem Krankenhausaufhalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	138
Tab. 143 Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	138
Tab. 144 Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	139
Tab. 145 Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	140

Tab. 146	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	140
Tab. 147	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	141
Tab. 148	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	142
Tab. 149	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	143
Tab. 150	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	145
Tab. 151	Altersstruktur bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016	145
Tab. 152	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt(BEMA & GOÄ), 2016	145
Tab. 153	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	146
Tab. 154	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	146
Tab. 155	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	147
Tab. 156	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	147
Tab. 157	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	148

Tab. 158	Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	148
Tab. 159	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	149
Tab. 160	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	150
Tab. 161	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	150
Tab. 162	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	151
Tab. 163	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	152
Tab. 164	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016	153
Tab. 165	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	154
Tab. 166	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	155
Tab. 167	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	155
Tab. 168	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	156
Tab. 169	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	156

Tab. 170 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	156
Tab. 171 Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	157
Tab. 172 Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	157
Tab. 173 Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	158
Tab. 174 Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	158
Tab. 175 Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationärem Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind einer Parodontalbehandlung, 2016	159
Tab. 176 Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	159
Tab. 177 Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	160
Tab. 178 Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	161
Tab. 179 Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	161
Tab. 180 Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	162

Tab. 181	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	163
Tab. 182	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	164
Tab. 183	Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	165
Tab. 184	Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016	166
Tab. 185	Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	166
Tab. 186	Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	167
Tab. 187	Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	167
Tab. 188	Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	167
Tab. 189	Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	168
Tab. 190	Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	168
Tab. 191	Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	169
Tab. 192	Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	170

Tab. 193	Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	171
Tab. 194	Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	171
Tab. 195	Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	172
Tab. 196	Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	173
Tab. 197	Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016	174
Tab. 198	Deskriptive Beschreibung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	176
Tab. 199	Gewichteter Mittelwert, Standardabweichung und standardisierte Differenz der Kovariablen bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	178
Tab. 200	Häufigkeitsverteilung der Kovariablen nach Gewichtung mit standardisierter Differenz bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013	178
Tab. 201	Deskriptive Beschreibung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013	179
Tab. 202	Gewichteter Mittelwert, Standardabweichung und standardisierte Differenz der Kovariablen bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013	180
Tab. 203	Häufigkeitsverteilung der Kovariablen nach Gewichtung mit standardisierter Differenz bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013	181

Anhang 1: Suchstrategie im Rahmen der Scoping Studie am Beispiel von Pubmed	127
Anhang 2: Klassifikation der Charlson Komorbiditäten mit Scorewerten	128
Anhang 3 Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes vor und nach Matching	129
Anhang 4 Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit vor und nach Matching	129
Anhang 5: Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall vor und nach Matching	130
Anhang 6: Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung vor und nach Matching	131
Anhang 7: Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne mind. einer Parodontalbehandlung vor und nach Matching	132
Anhang 8: Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt vor und nach Matching	133
Anhang 9: Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt	134
Anhang 10: Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt	144
Anhang 11: Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung vor und nach Matching	154
Anhang 12: Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung	155
Anhang 13: Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung	165
Anhang 14: Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013: Bildung des Propensity Scores	175
Anhang 15: Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Bildung des Propensity Scores	178

Anhang 1

Suchstrategie im Rahmen der Scoping Studie am Beispiel von Pubmed

("Dental Caries"(Mesh) OR "Periodontal Diseases"(Mesh) OR "Mouth, Edentulous"(Mesh) OR ((tooth(tiab) OR teeth(tiab) OR dental) AND (caries(tiab) OR carious(tiab) OR decay*(tiab) OR lesion*(tiab))) OR "root caries"(tiab) OR "root decay"(tiab) OR "DMF Index"(tiab) OR "DMFT"(tiab) OR "DMFS"(tiab) OR periodontal disease*(tiab) OR periodontitis(tiab) OR periodontal pocket*(tiab) OR periodontology(tiab) OR "periodontal therapy"(tiab) OR periodontal treatment*(tiab) OR "periodontics"(tiab) OR "tooth loss"(tiab) OR "number of teeth"(tiab) OR "shortened dental arch"(tiab) OR "functional dentition"(tiab) OR edentul*(tiab) OR "missing teeth"(tiab) OR "missing tooth"(tiab) OR prosthodontics(tiab)

AND ("Chronic Disease"(Mesh) OR "Disease Progression" (Mesh) OR "Cardiovascular Diseases"(Mesh) OR "Diabetes Mellitus"(Mesh) OR "Lung Diseases, Obstructive"(Mesh) OR "Pneumonia"(Mesh) OR "Arthritis, Rheumatoid"(Mesh) OR ((disease(tiab) OR diseases(tiab) OR condition(tiab) OR illness(tiab) OR ill(tiab) OR diseased(tiab) AND (chronic(tiab) OR chronically(tiab) OR systemic(tiab) OR cardiovascular(tiab) OR cerebrovascular(tiab))) OR "diabetes mellitus"(tiab) OR "glycemic control"(tiab) OR diabetes(tiab) OR hyperglycemia(tiab) OR stroke(tiab) OR "cerebral ischemia"(tiab) OR bronchitis(tiab) OR "pulmonary disease"(tiab) OR pneumonia(tiab) OR "rheumatoid arthritis"(tiab) OR Aspiration(tiab))

AND (claim*(tiab) OR "administrative data"(tiab) OR "routine data"(tiab) OR „health insurance“(tiab))

NOT ("animals"(Mesh) NOT "humans"(Mesh))

Anhang 2

Klassifikation der Charlson Komorbiditäten mit Scorewerten

Indexscore	Komorbiditäten	Icd-10-GM
1	Myokardinfarkt	I21, I22, I25.2
	Herzinsuffizienz	I09.9, I11.0, I13.0, I13.2, I25.5, I42.0, I42.5-I42.9, I43, I50, P29.0
	Periphere Gefäßerkrankung	I70, I71, I73.1, I73.8, I73.9, I77.1, I79.0, I79.2, K55.1, K55.8, K55.9, Z95.8, Z95.9
	Zerebrovaskuläre Erkrankung	G45, G46, H34.0, I60-I69
	Demenz	F00-F03, F05.1, G30, G31.1
	Chronisch, pulmonale Erkrankung	I27.8, I27.9, J40-J47, J60-J67, J68.4, J70.1, J70.3
	Bindegewebserkrankung, rheumatische Erkrankung	M05, M06, M31.5, M32-M34, M35.1, M35.3, M36.0
	Ulkus	K25-K28
	Leichte Lebererkrankung	B18, K70.0-K70.3, K70.9, K71.3-K701.5, K71.7, K73, K74, K76.0, K76.2-K76.4, K76.8, K76.9, Z94.4
	Diabetes ohne Komplikationen	E10.0, E10.1, E10.9, E11.0, E11.1, E11.9, E12.0, E12.1, E12.9, E13.0, E13.1, E13.9, E14.0, E14.1
2	Hemiplegie, Paraplegie	G04.1, G11.4, G80.1, G80.2, G81, G82, G83.0-G83.4, G83.9
	Nierenerkrankung	I12.0, I13.1, N03.2-N03.7, N05.2-N05.7, N18, N19, N25, Z49.0-Z49.2, Z94.0,
	Diabetes mit Komplikationen	E10.2-E10.8, E11.2-E11.8, E12.2-E12.8, E13.2-E13.8, E14.2-E14.9
	Krebserkrankung	C00-C26, C30-C34, C37-C41, C43, C45, C46-C58, C60-C76, C97
	Leukämie	C91-C95
	Lymphom	C81-C85, C88, C90, C96
3	Schwere Lebererkrankung	I85.0, I85.9, I86.4, I98.2, K70.4, K71.1, K72.1, K72.9, K76.5-K76.7
6	Metastasierte Krebserkrankung	C77-C79, C80
	AIDS/ HIV positiv	B20-B22, B24

Anhang 3

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes vor und nach Matching

Tab. 117

Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	180.503	43,5	1.629.679	54,6
	nach Matching	180.503	43,5	180.503	43,5
Männer	vor Matching	234.123	56,5	1.354.810	45,4
	nach Matching	234.123	56,5	234.123	56,5

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=414626, nach Matching n=414626. Kontrollen vor Matching n=2984489, nach Matching n=414626. © PMV 2019

Tab. 118

Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	66	13,5	66	13,5
vor Matching	66	13,5	48	17,3

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=414626, nach Matching n=414626. Kontrollen vor Matching n=2984489, nach Matching n=414626. © PMV 2019

Tab. 119

Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes, 2016

Altersgruppen	mit Diabetes (Fall)				ohne Diabetes (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	572	0,1	572	0,1	82157	2,8	572	0,1
20-29	3890	0,9	3890	0,9	384337	12,9	3890	0,9
30-39	9108	2,2	9108	2,2	470717	15,8	9108	2,2
40-49	28982	7,0	28982	7,0	595702	20,0	28982	7,0
50-59	76634	18,5	76634	18,5	669469	22,4	76634	18,5
60-69	109830	26,5	109830	26,5	389768	13,1	109830	26,5
70-79	110229	26,6	110229	26,6	247514	8,3	110229	26,6
80-89	65923	15,9	65923	15,9	122634	4,1	65923	15,9
90+	9458	2,3	9458	2,3	22191	0,7	9458	2,3

Vor Matching: Fälle n=414626. Kontrollen n=2984489. Nach Matching: Fälle n=414626. Kontrollen n=414626. © PMV 2019

Anhang 4

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit vor und nach Matching

Tab. 120 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	91.760	34,0	2.094.374	51,5
	nach Matching	91.760	34,0	91.760	34,0
Männer	vor Matching	178.395	66,0	1.973.723	48,5
	nach Matching	178.395	66,0	178.395	66,0

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=270155, nach Matching n=270155. Kontrollen vor Matching n=4068097, nach Matching n=270155. © PMV 2019

Tab. 121 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	71	12,0	71	12,0
vor Matching	71	12,0	47	16,9

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=270155, nach Matching n=270155. Kontrollen vor Matching n=4068097, nach Matching n=270155. © PMV 2019

Tab. 122 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit, 2016

Altersgruppen	mit KHK (Fall)				ohne KHK (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	32	0,0	32	0,0	114077	2,8	32	0,0
20-29	317	0,1	317	0,1	604881	14,9	317	0,1
30-39	1442	0,5	1442	0,5	696844	17,1	1442	0,5
40-49	9305	3,4	9305	3,4	834384	20,5	9305	3,4
50-59	38170	14,1	38170	14,1	873688	21,5	38170	14,1
60-69	63433	23,5	63433	23,5	495326	12,2	63433	23,5
70-79	84169	31,2	84169	31,2	295091	7,3	84169	31,2
80-89	62347	23,1	62347	23,1	132223	3,3	62347	23,1
90+	10940	4,0	10940	4,0	21583	0,5	10940	4,0

Vor Matching: Fälle n=270155. Kontrollen n=4068097. Nach Matching: Fälle n=270155. Kontrollen n=270155. © PMV 2019

Anhang 5 Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall vor und nach Matching

Tab. 123 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	4.999	43,0	2.181.135	50,4
	nach Matching	4.999	43,0	4.999	43,0
Männer	vor Matching	6.637	57,0	2.145.481	49,6
	nach Matching	6.637	57,0	6.637	57,0

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=11636, nach Matching n=11636. Kontrollen vor Matching n=4326616, nach Matching n=11636. © PMV 2019

Tab. 124 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	71	13,7	71	13,7
vor Matching	71	13,7	48	17,6

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=11636, nach Matching n=11636. Kontrollen vor Matching n=4326616, nach Matching n=11636. © PMV 2019

Tab. 125 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall, 2016

Altersgruppen	mit Schlaganfall (Fall)				ohne Schlaganfall (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	3	0,0	3	0,0	114106	2,6	3	0,0
20-29	68	0,6	68	0,6	605130	14,0	68	0,6
30-39	163	1,4	163	1,4	698123	16,1	163	1,4
40-49	585	5,0	585	5,0	843104	19,5	585	5,0
50-59	1452	12,5	1452	12,5	910406	21,0	1452	12,5
60-69	2099	18,0	2099	18,0	556660	12,9	2099	18,0
70-79	3304	28,4	3304	28,4	375956	8,7	3304	28,4
80-89	3238	27,8	3238	27,8	191332	4,4	3238	27,8
90+	724	6,2	724	6,2	31799	0,7	724	6,2

Vor Matching: Fälle n=11636. Kontrollen n=4326616. Nach Matching: Fälle n=11636. Kontrollen n=11636.

© PMV 2019

Anhang 6

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung vor und nach Matching

Tab. 126 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	1.648.971	52,9	537.163	44,0
	nach Matching	405.411	52,9	405.411	52,9
Männer	vor Matching	1.467.273	47,1	684.845	56,0
	nach Matching	360.732	47,1	360.732	47,1

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=3116244, nach Matching n=766143. Kontrollen vor Matching n=1222008, nach Matching n=766143. © PMV 2019

Tab. 127 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)		ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	49	17,0	49	17,0
vor Matching	49	17,0	48	19,1

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=3116244, nach Matching n=766143. Kontrollen vor Matching n=1222008, nach Matching n=766143. © PMV 2019

Tab. 128 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne mind. einer zahnärztlichen Leistung (BEMA & GOÄ), 2016

Altersgruppen	mit zahnärztl. Behandlung (Fall)				ohne zahnärztl. Behandlung (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	82464	2,6	20274	2,6	31645	2,6	20274	2,6
20-29	391961	12,6	96364	12,6	213237	17,4	96364	12,6
30-39	488730	15,7	120159	15,7	209556	17,1	120159	15,7
40-49	631773	20,3	155328	20,3	211916	17,3	155328	20,3
50-59	692013	22,2	170141	22,2	219845	18,0	170141	22,2
60-69	418777	13,4	102958	13,4	139982	11,5	102958	13,4
70-79	280015	9,0	68839	9,0	99245	8,1	68839	9,0
80-89	117929	3,8	28988	3,8	76641	6,3	28988	3,8
90+	12582	0,4	3092	0,4	19941	1,6	3092	0,4

Vor Matching: Fälle n=3116244. Kontrollen n=1222008. Nach Matching: Fälle n=766143. Kontrollen n=766143. © PMV 2019

Anhang 7

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne mind. einer Parodontalbehandlung vor und nach Matching

Tab. 129 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	39.984	51,1	2.146.150	50,4
	nach Matching	39.984	51,1	39.984	51,1
Männer	vor Matching	38.310	48,9	2.113.808	49,6
	nach Matching	38.310	48,9	38.310	48,9

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=78294, nach Matching n=78294. Kontrollen vor Matching n=4259958, nach Matching n=78294. © PMV 2019

Tab. 130 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	mit Parodontalbehandlung (Fall)		ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	53	12,6	53	12,6
vor Matching	53	12,6	48	17,7

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=78294, nach Matching n=78294. Kontrollen vor Matching n=4259958, nach Matching n=78294. © PMV 2019

Tab. 131 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Altersgruppen	mit Parodontalbehandlung (Fall)				ohne Parodontalbehandlung (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	52	0,1	52	0,1	114057	2,7	52	0,1
20-29	2339	3,0	2339	3,0	602859	14,2	2339	3,0
30-39	9007	11,5	9007	11,5	689279	16,2	9007	11,5
40-49	17909	22,9	17909	22,9	825780	19,4	17909	22,9
50-59	25793	32,9	25793	32,9	886065	20,8	25793	32,9
60-69	14901	19,0	14901	19,0	543858	12,8	14901	19,0
70-79	6835	8,7	6835	8,7	372425	8,7	6835	8,7
80-89	1414	1,8	1414	1,8	193156	4,5	1414	1,8
90+	44	0,1	44	0,1	32479	0,8	44	0,1

Vor Matching: Fälle n=78294. Kontrollen n=4259958. Nach Matching: Fälle n=78294. Kontrollen n=78294.

© PMV 2019

Anhang 8

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt vor und nach Matching

Tab. 132 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
		mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	118.634	42,9	1.272.288	56,6
	nach Matching	118.634	42,9	118.634	42,9
Männer	vor Matching	157.767	57,1	977.388	43,4
	nach Matching	157.767	57,1	157.767	57,1

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=276401, nach Matching n=276401. Kontrollen vor Matching n=2249676, nach Matching n=276401. © PMV 2019

Tab. 133 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	66	13,1	66	13,1
vor Matching	66	13,1	49	16,7

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=276401, nach Matching n=276401. Kontrollen vor Matching n=2249676, nach Matching n=276401. © PMV 2019

Tab. 134 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Altersgruppen	Mind. ein Zahnarztkontakt und							
	mit Diabetes (Fall)				ohne Diabetes (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	420	0,2	420	0,2	61524	2,7	420	0,2
20-29	2557	0,9	2557	0,9	264807	11,8	2557	0,9
30-39	6163	2,2	6163	2,2	347318	15,4	6163	2,2
40-49	19900	7,2	19900	7,2	463749	20,6	19900	7,2
50-59	53143	19,2	53143	19,2	527318	23,4	53143	19,2
60-69	76408	27,6	76408	27,6	305540	13,6	76408	27,6
70-79	76430	27,7	76430	27,7	192468	8,6	76430	27,7
80-89	37899	13,7	37899	13,7	78000	3,5	37899	13,7
90+	3481	1,3	3481	1,3	8952	0,4	3481	1,3

Vor Matching: Fälle n=276401. Kontrollen n=2249676. Nach Matching: Fälle n=276401. Kontrollen n=276401. © PMV 2019

Alters- und Geschlechts-
struktur vor/ nach Matching

Tab. 135 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
		mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	59.440	32,6	1.589.531	54,2
	nach Matching	59.440	32,6	59.440	32,6
Männer	vor Matching	122.800	67,4	1.344.473	45,8
	nach Matching	122.800	67,4	122.800	67,4

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=182240, nach Matching n=182240. Kontrollen vor Matching n=2934004, nach Matching n=182240. © PMV 2019

Tab. 136 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	70	11,5	70	11,5
vor Matching	70	11,5	47	16,4

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=182240, nach Matching n=182240. Kontrollen vor Matching n=2934004, nach Matching n=182240. © PMV 2019

Tab. 137 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne KHK und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), 2016

Altersgruppen	Mind. ein Zahnarztkontakt und							
	mit KHK (Fall)				ohne KHK (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	21	0,0	21	0,0	82443	2,8	21	0,0
20-29	214	0,1	214	0,1	391747	13,4	214	0,1
30-39	972	0,5	972	0,5	487758	16,6	972	0,5
40-49	6350	3,5	6350	3,5	625423	21,3	6350	3,5
50-59	26404	14,5	26404	14,5	665609	22,7	26404	14,5
60-69	44784	24,6	44784	24,6	373993	12,7	44784	24,6
70-79	60914	33,4	60914	33,4	219101	7,5	60914	33,4
80-89	38177	20,9	38177	20,9	79752	2,7	38177	20,9
90+	4404	2,4	4404	2,4	8178	0,3	4404	2,4

Vor Matching: Fälle n=182240. Kontrollen n=2934004. Nach Matching: Fälle n=182240. Kontrollen n=182240. © PMV 2019

Ergebnisse Paarlingsana-
lyse**Tab. 138** Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Bundesland	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	20.276	11,1	24.457	13,4
Bayern	25.482	14,0	27.740	15,2
Berlin	2.184	1,2	2.286	1,3
Brandenburg	3.925	2,2	3.221	1,8
Freie Hansestadt Bremen	675	0,4	868	0,5
Freie und Hansestadt Hamburg	1.585	0,9	1.808	1,0
Hessen	13.133	7,2	13.674	7,5
Mecklenburg-Vorpommern	4.177	2,3	3.477	1,9
Niedersachsen	21.764	11,9	22.180	12,2
Nordrhein-Westfalen	65.246	35,8	59.740	32,8
Rheinland-Pfalz	13.649	7,5	13.812	7,6
Saarland	1.696	0,9	1.329	0,7
Sachsen	2.708	1,5	2.892	1,6
Sachsen-Anhalt	2.154	1,2	1.550	0,9
Thüringen	3.298	1,8	2.919	1,6
Missing	288	0,2	287	0,2

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=182240. Kontrollen n=182240. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 139 Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Multimorbidität	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	172.217	94,5	134.303	73,7
nein	10.023	5,5	47.937	26,3

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=182240. Kontrollen n=182240, Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 140 **Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Multimedikation	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	57.353	31,5	20.643	11,3
nein	124.887	68,5	161.597	88,7

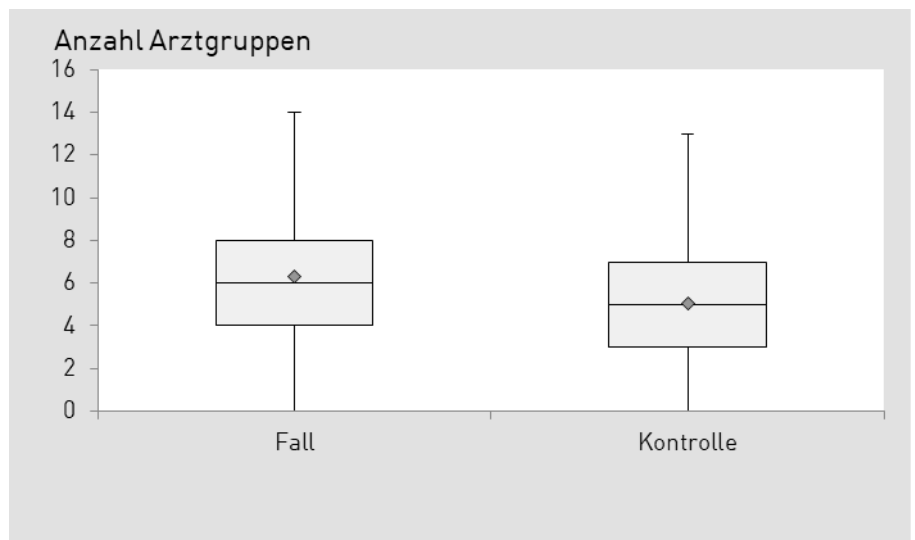
Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=182240. Kontrollen n=182240, Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 141 **Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	4	6	8	24	6	3
Kontrolle	0	3	5	7	22	5	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240 © PMV 2019

Abb. 31 **Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 142

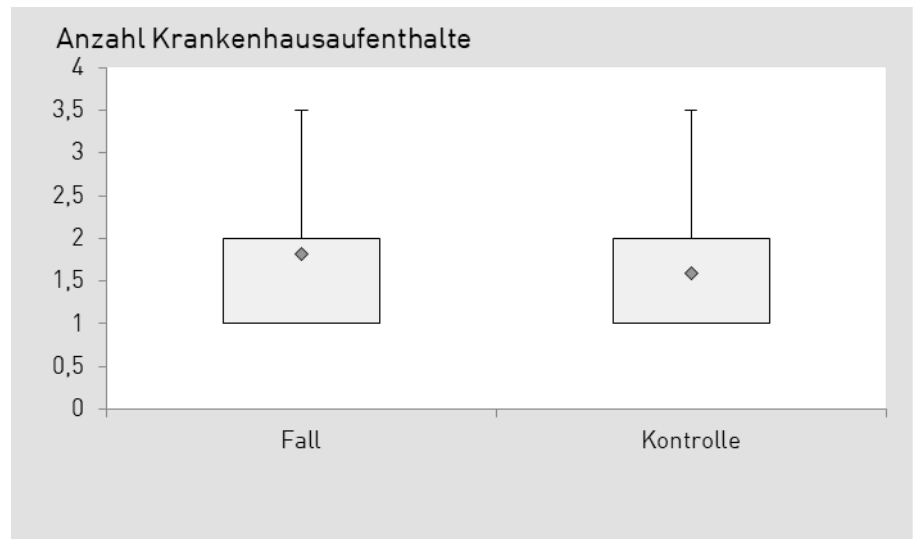
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationärem Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	67.864	37,2	1	1	1	2	26	1	1
Kontrolle	36.876	20,2	1	1	1	2	32	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 32

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 143

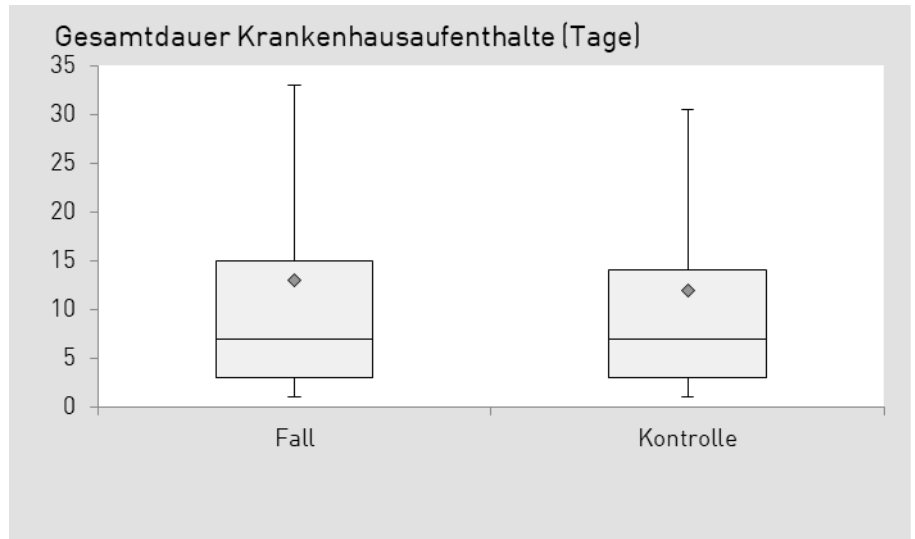
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	67.864	37,2	1	3	7	15	365	12	17
Kontrolle	36.876	20,2	1	3	7	14	246	11	16

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019
Ergebnisse nach 1:1 Matching.

Abb. 33

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Tab. 144

Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	905	1.163	602	820
Arzneimittel	535	1.332	187	820
Heilmittel	0	181	0	141
Hilfsmittel	0	318	0	221
stationär	0	3.004	0	1.387

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240 mit bzw. ohne KHK

© PMV 2019

Tab. 145

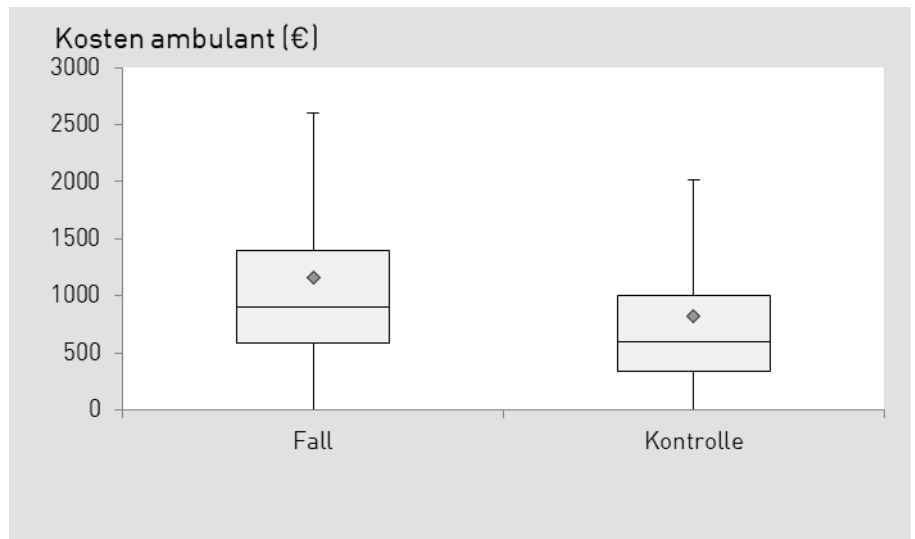
Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	591	905	1.397	74.797	1.163	1.050
Kontrolle	0	334	602	1.008	43.643	820	931

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240 © PMV 2019

Abb. 34

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 146

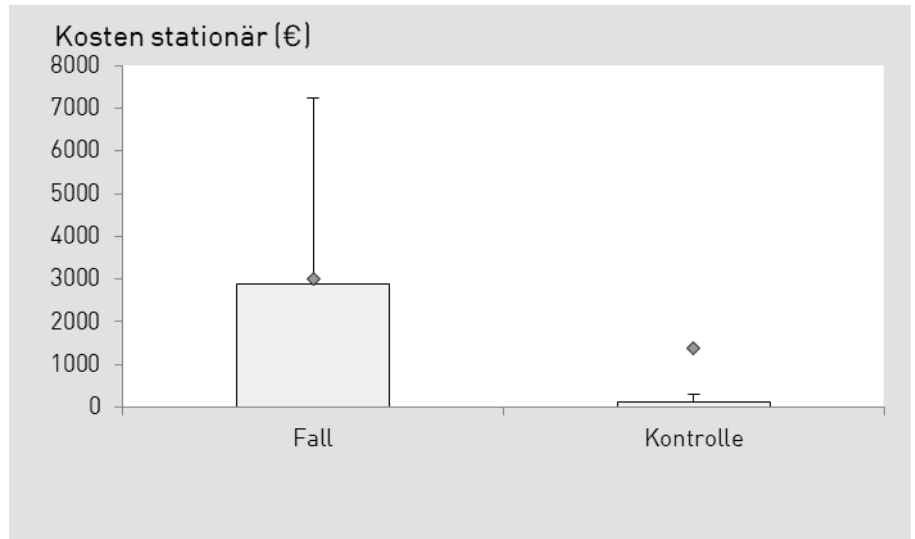
Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	2.891	332.607	3.004	7.925
Kontrolle	0	0	0	120	309.863	1.387	5.150

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240 © PMV 2019

Abb. 35

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 147

Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

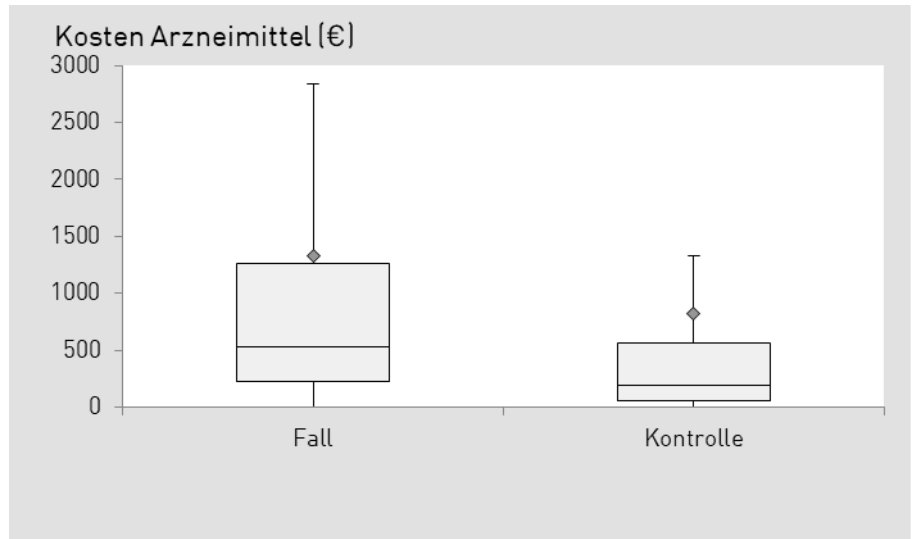
Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	220	535	1.266	468.830	1.332	4.523
Kontrolle	0	55	187	565	243.823	820	3.855

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240

© PMV 2019

Abb. 36

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 148

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

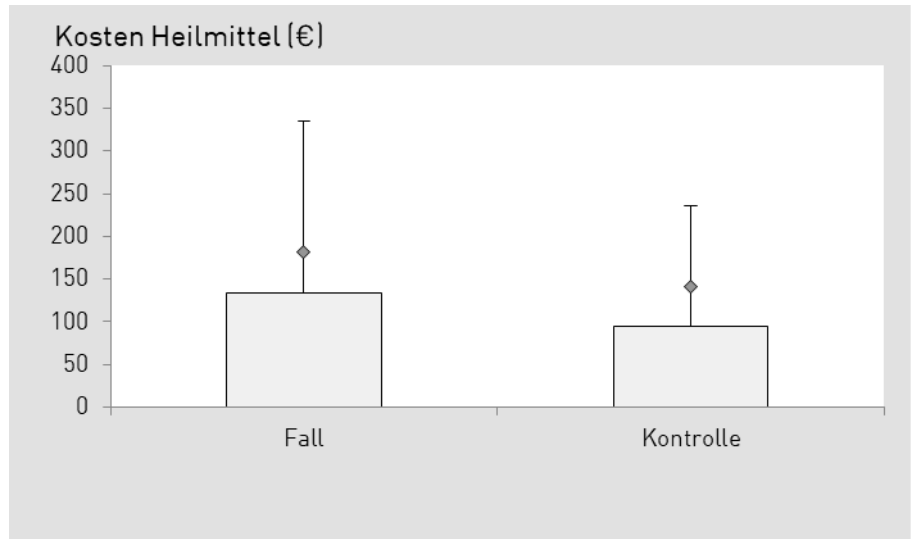
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	134	29.001	181	612
Kontrolle	0	0	0	95	22.956	141	543

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240

© PMV 2019

Abb. 37

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 149

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

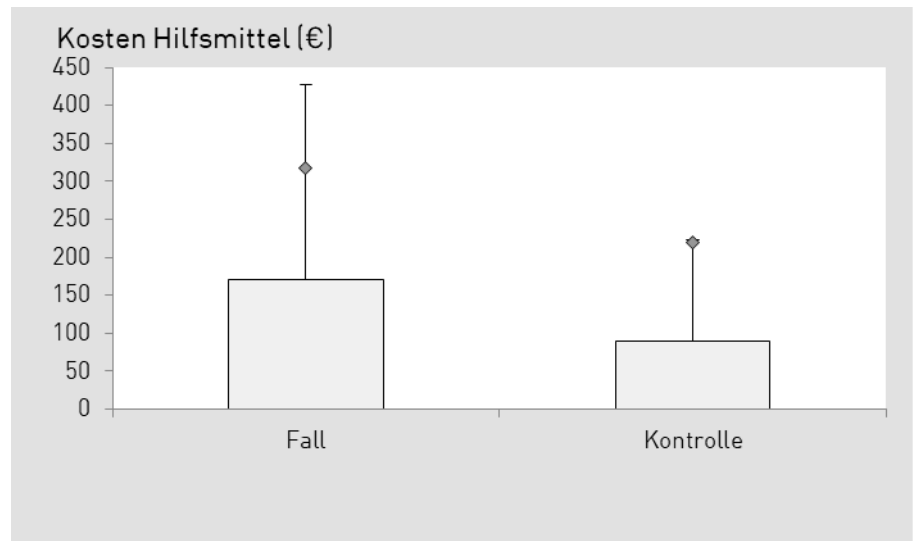
Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	171	702.365	318	2.662
Kontrolle	0	0	0	89	474.884	221	2.086

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 182240, Kontrollen n = 182240

© PMV 2019

Abb. 38

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Anhang 10

Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt

Alters- und Geschlechtsstruktur vor/ nach Matching

Tab. 150 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
		mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	2.768	41,3	1.646.203	52,9
	nach Matching	2.768	41,3	2.768	41,3
Männer	vor Matching	3.938	58,7	1.463.335	47,1
	nach Matching	3.938	58,7	3.938	58,7

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=6706, nach Matching n=6706. Kontrollen vor Matching n=3109538, nach Matching n=6706. © PMV 2019

Tab. 151 Altersstruktur bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt (BEMA & GOÄ), vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	70	13,5	70	13,5
vor Matching	70	13,5	48	17,0

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=6706, nach Matching n=6706. Kontrollen vor Matching n=3109538, nach Matching n=6706. © PMV 2019

Tab. 152 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt(BEMA & GOÄ), 2016

Altersgruppen	Mind. ein Zahnarztkontakt und							
	mit Schlaganfall (Fall)				ohne Schlaganfall (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	<5		<5		82462	2,7	<5	
20-29	39	0,6	39	0,6	391922	12,6	39	0,6
30-39	100	1,5	100	1,5	488630	15,7	100	1,5
40-49	398	5,9	398	5,9	631375	20,3	398	5,9
50-59	929	13,9	929	13,9	691084	22,2	929	13,9
60-69	1253	18,7	1253	18,7	417524	13,4	1253	18,7
70-79	2085	31,1	2085	31,1	277930	8,9	2085	31,1
80-89	1644	24,5	1644	24,5	116285	3,7	1644	24,5
90+	256	3,8	256	3,8	12326	0,4	256	3,8

Vor Matching: Fälle n=6706. Kontrollen n=3109538. Nach Matching: Fälle n=6706. Kontrollen n=6706.

© PMV 2019

Ergebnisse der Paarlingsanalyse

Tab. 153 Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Bundesland	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	828	12,3	868	12,9
Bayern	1.063	15,9	1.039	15,5
Berlin	91	1,4	89	1,3
Brandenburg	126	1,9	106	1,6
Freie Hansestadt Bremen	32	0,5	31	0,5
Freie und Hansestadt Hamburg	81	1,2	78	1,2
Hessen	456	6,8	479	7,1
Mecklenburg-Vorpommern	148	2,2	119	1,8
Niedersachsen	817	12,2	842	12,6
Nordrhein-Westfalen	2.222	33,1	2.195	32,7
Rheinland-Pfalz	530	7,9	535	8,0
Saarland	50	0,7	47	0,7
Sachsen	84	1,3	96	1,4
Sachsen-Anhalt	50	0,7	63	0,9
Thüringen	116	1,7	112	1,7
Missing	12	0,2	7	0,1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=6706. Kontrollen n=6706. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 154 Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Multimorbidität	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	5.900	88,0	5.116	76,3
nein	806	12,0	1.590	23,7

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=6706. Kontrollen n=6706, Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 155 **Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Multimedikation	Mind. ein Zahnarztkontakt und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.643	24,5	1.082	16,1
nein	5.063	75,5	5.624	83,9

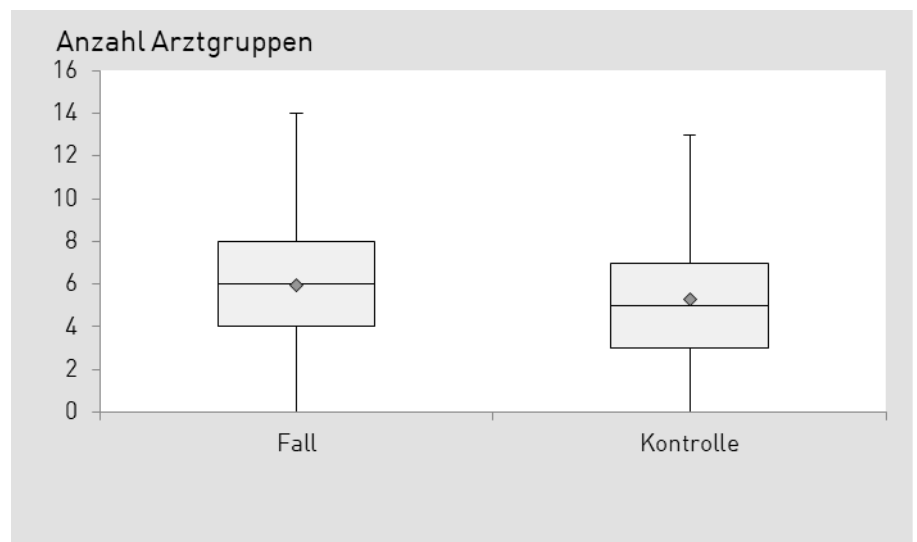
Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=6706. Kontrollen n=6706, Multimedika- © PMV 2019
tion nach Definition in Kapitel 4.2.2.

Tab. 156 **Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	4	6	8	18	5	3
Kontrolle	0	3	5	7	19	5	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, © PMV 2019
MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706

Abb. 39 **Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016**



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 157

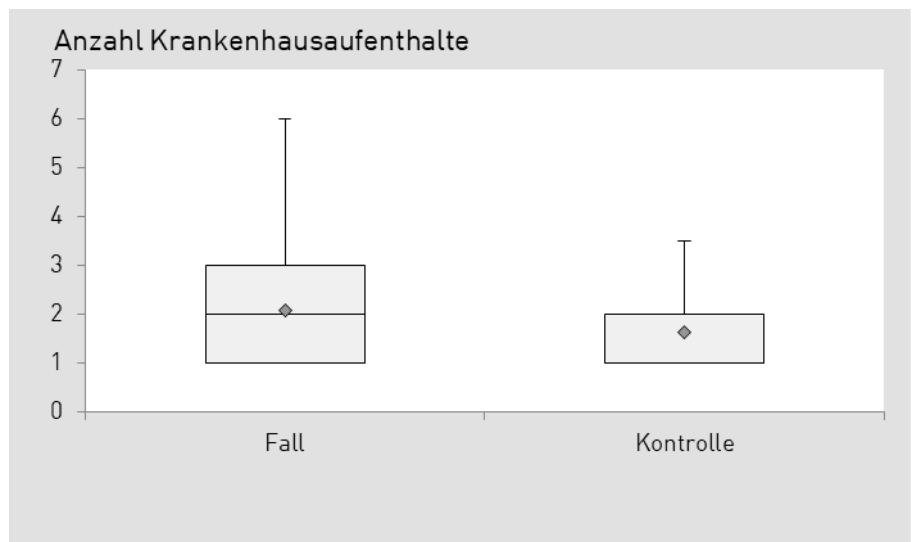
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	6.611	98,6	1	1	2	3	20	2	1
Kontrolle	1.582	23,6	1	1	1	2	16	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 40

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 158

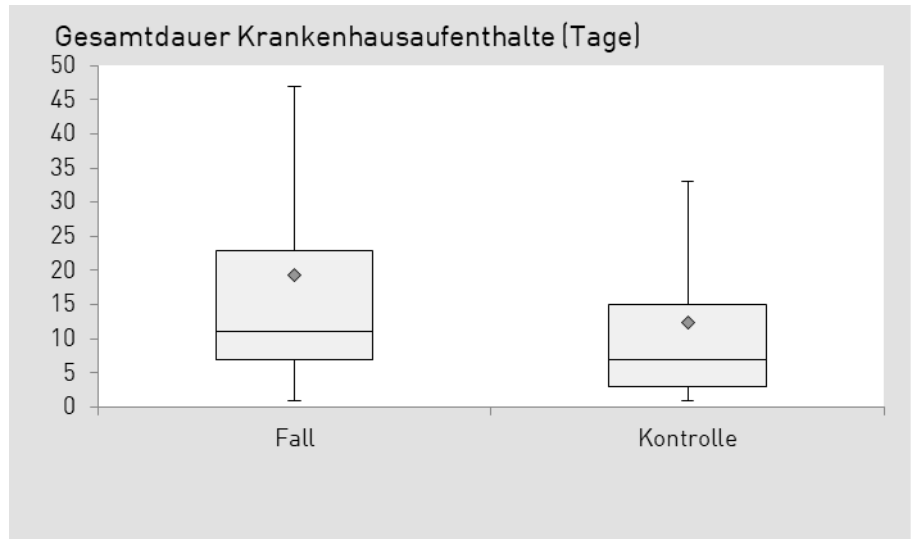
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	6.611	98,6	1	7	11	23	309	19	22
Kontrolle	1.582	23,6	1	3	7	15	119	12	15

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. © PMV 2019

Abb. 41

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Tab. 159

Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	853	1.107	671	908
Arzneimittel	560	1.483	230	895
Heilmittel	116	607	0	159
Hilfsmittel	48	528	0	255
stationär	7.432	12.259	0	1.602

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706 mit bzw. ohne Schlaganfall

© PMV 2019

Tab. 160

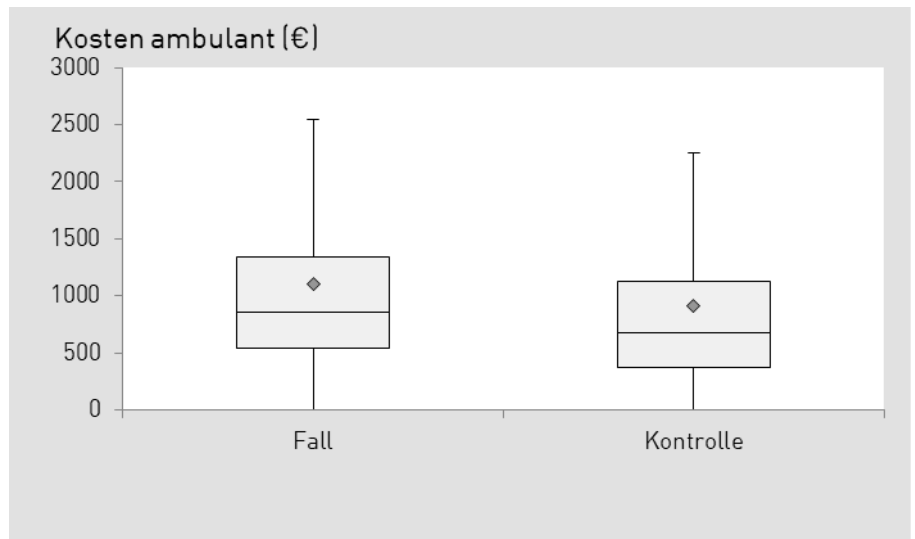
Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	545	853	1.345	30.618	1.107	1.027
Kontrolle	0	369	671	1.121	15.986	908	961

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706 © PMV 2019

Abb. 42

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 161

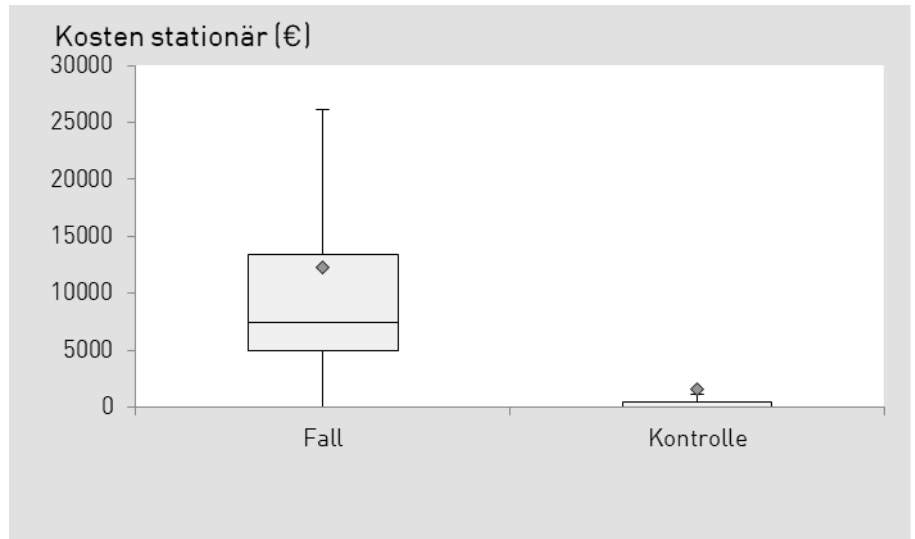
Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	57	4.952	7.432	13.417	210.732	12.259	15.351
Kontrolle	0	0	0	444	100.955	1.602	4.974

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706 © PMV 2019

Abb. 43

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 162

Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

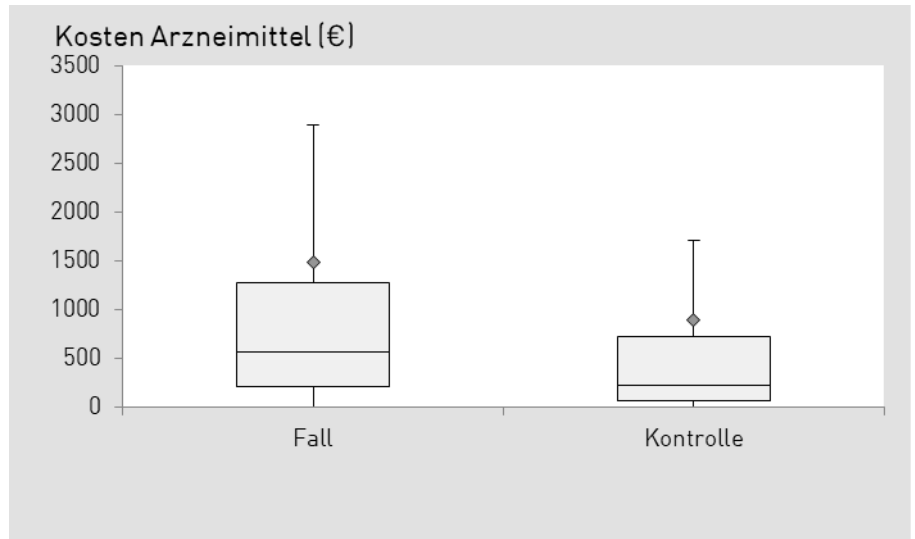
Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	207	560	1.280	325.326	1.483	6.757
Kontrolle	0	67	230	724	176.987	895	3.899

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706

© PMV 2019

Abb. 44

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 163

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

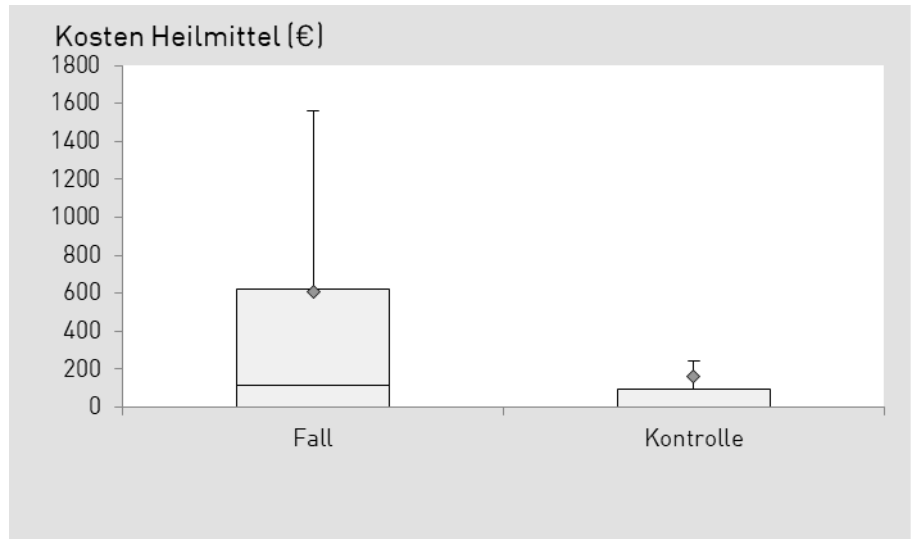
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	116	625	19.968	607	1.242
Kontrolle	0	0	0	97	9.794	159	563

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706

© PMV 2019

Abb. 45

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 164

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016

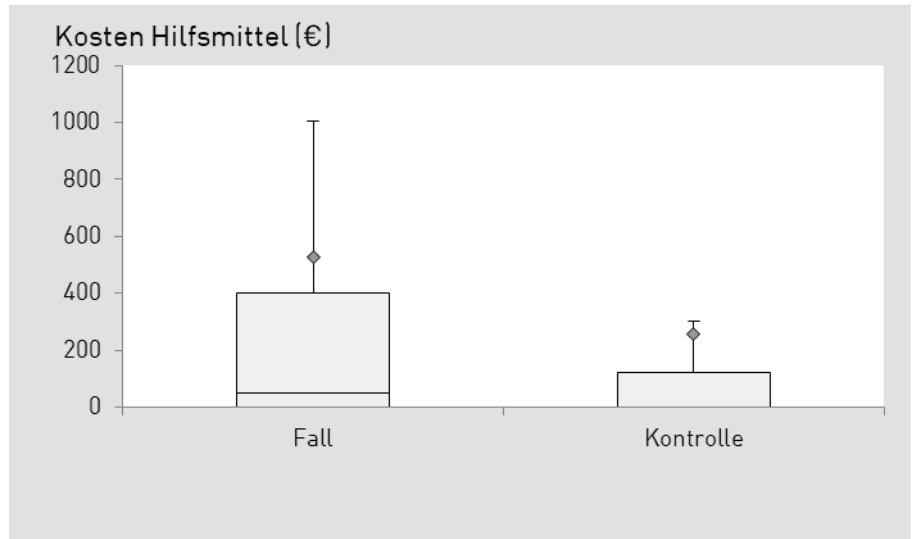
Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	48	401	92.486	528	1.910
Kontrolle	0	0	0	120	104.396	255	1.557

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 6706, Kontrollen n = 6706

© PMV 2019

Abb. 46

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einem Zahnarztkontakt, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Anhang 11

Alters- und Geschlechtsstruktur der Versicherten mit bzw. ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung vor und nach Matching

Tab. 165

Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
		mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	3.204	40,2	31.614	53,8
	nach Matching	3.201	40,2	3.201	40,2
Männer	vor Matching	4.762	59,8	27.162	46,2
	nach Matching	4.762	59,8	4.762	59,8

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=7966, nach Matching n=7963. Kontrollen vor Matching n=58776, nach Matching n=7963.

© PMV 2019

Tab. 166 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Diabetes (Fall)		ohne Diabetes (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	62	11,1	62	11,1
vor Matching	62	11,1	53	12,4

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=7966, nach Matching n=7963. Kontrollen vor Matching n=58776, nach Matching n=7963. © PMV 2019

Tab. 167 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Diabetes und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Altersgruppen	Mind. eine Parodontalbehandlung und							
	mit Diabetes (Fall)				ohne Diabetes (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	<5		<5		38	0,1	<5	
20-29	28	0,4	28	0,4	1681	2,9	28	0,4
30-39	159	2,0	159	2,0	6689	11,4	159	2,0
40-49	745	9,4	745	9,4	13556	23,1	745	9,4
50-59	2215	27,8	2215	27,8	19966	34,0	2215	27,8
60-69	2666	33,5	2666	33,5	10985	18,7	2666	33,5
70-79	1700	21,3	1700	21,3	4889	8,3	1700	21,3
80-89	436	5,5	433	5,4	944	1,6	433	5,4
90+	15	0,2	15	0,2	28	0,0	15	0,2

Vor Matching: Fälle n=7966. Kontrollen n=58776. Nach Matching: Fälle n=7963. Kontrollen n=7963.

© PMV 2019

Anhang 12

Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung

Alters- und Geschlechtsstruktur vor/ nach Matching

Tab. 168 Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
		mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	1.315	29,2	38.669	52,4
	nach Matching	1.315	29,2	1.315	29,2
Männer	vor Matching	3.188	70,8	35.122	47,6
	nach Matching	3.188	70,8	3.188	70,8

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=4503, nach Matching n=4503. Kontrollen vor Matching n=73791, nach Matching n=4503. © PMV 2019

Tab. 169 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	65	10,5	65	10,5
vor Matching	65	10,5	52	12,3

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=4503, nach Matching n=4503. Kontrollen vor Matching n=73791, nach Matching n=4503. © PMV 2019

Tab. 170 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Altersgruppen	Mind. eine Parodontalbehandlung und							
	mit KHK (Fall)				ohne KHK (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	0		0		52	0,1	0	
20-29	<5		<5		2336	3,2	<5	
30-39	22	0,5	22	0,5	8985	12,2	22	0,5
40-49	263	5,8	263	5,8	17646	23,9	263	5,8
50-59	1092	24,3	1092	24,3	24701	33,5	1092	24,3
60-69	1457	32,4	1457	32,4	13444	18,2	1457	32,4
70-79	1281	28,4	1281	28,4	5554	7,5	1281	28,4
80-89	368	8,2	368	8,2	1046	1,4	368	8,2
90+	17	0,4	17	0,4	27	0,0	17	0,4

Vor Matching: Fälle n=4503. Kontrollen n=73791. Nach Matching: Fälle n=4503. Kontrollen n=4503.

© PMV 2019

Ergebnisse der Paarlingsanalyse

Tab. 171

Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Bundesland	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	537	11,9	599	13,3
Bayern	645	14,3	703	15,6
Berlin	54	1,2	68	1,5
Brandenburg	76	1,7	65	1,4
Freie Hansestadt Bremen	6	0,1	20	0,4
Freie und Hansestadt Hamburg	44	1,0	57	1,3
Hessen	310	6,9	350	7,8
Mecklenburg-Vorpommern	81	1,8	75	1,7
Niedersachsen	533	11,8	528	11,7
Nordrhein-Westfalen	1.733	38,5	1.547	34,4
Rheinland-Pfalz	298	6,6	278	6,2
Saarland	27	0,6	22	0,5
Sachsen	48	1,1	69	1,5
Sachsen-Anhalt	71	1,6	49	1,1
Thüringen	31	0,7	67	1,5
Missing	9	0,2	6	0,1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=4503. Kontrollen n=4503. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 172

Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimorbidität	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	4.181	92,8	2.942	65,3
nein	322	7,2	1.561	34,7

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=4503. Kontrollen n=4503, Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 173

Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimedikation	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit KHK (Fall)		ohne KHK (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	1.123	24,9	310	6,9
nein	3.380	75,1	4.193	93,1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=4503. Kontrollen n=4503, Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

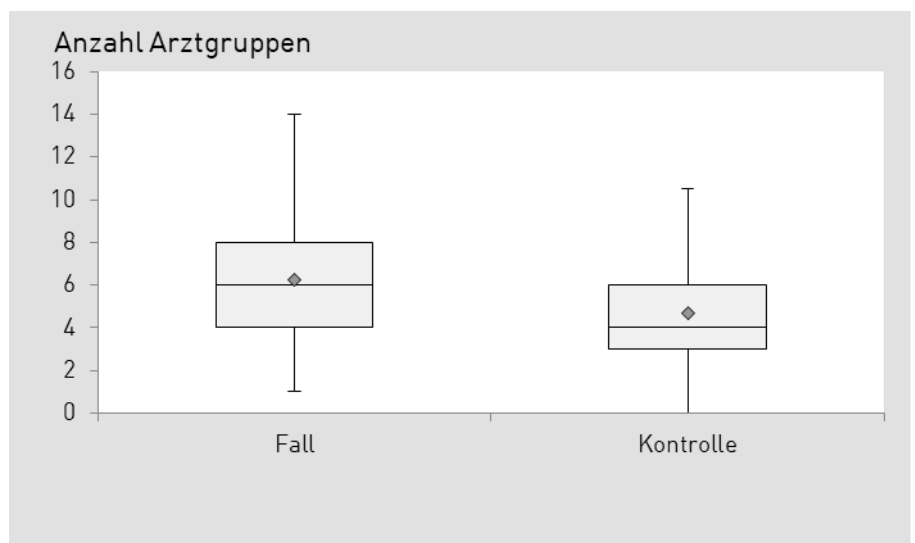
Tab. 174

Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	1	4	6	8	20	6	3
Kontrolle	0	3	4	6	19	4	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503 © PMV 2019

Abb. 47

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016


Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 175

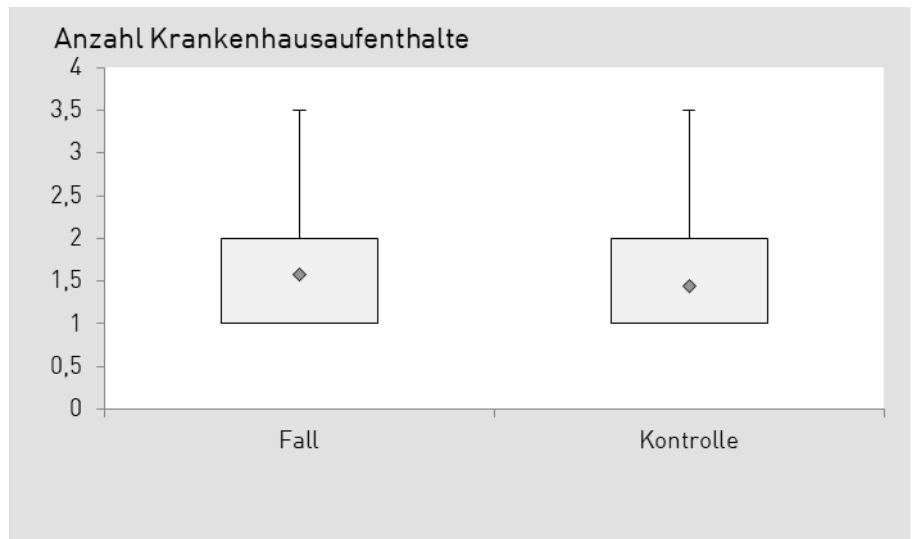
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationärem Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	1.420	31,5	1	1	1	2	11	1	1
Kontrolle	674	15,0	1	1	1	2	10	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 48

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 176

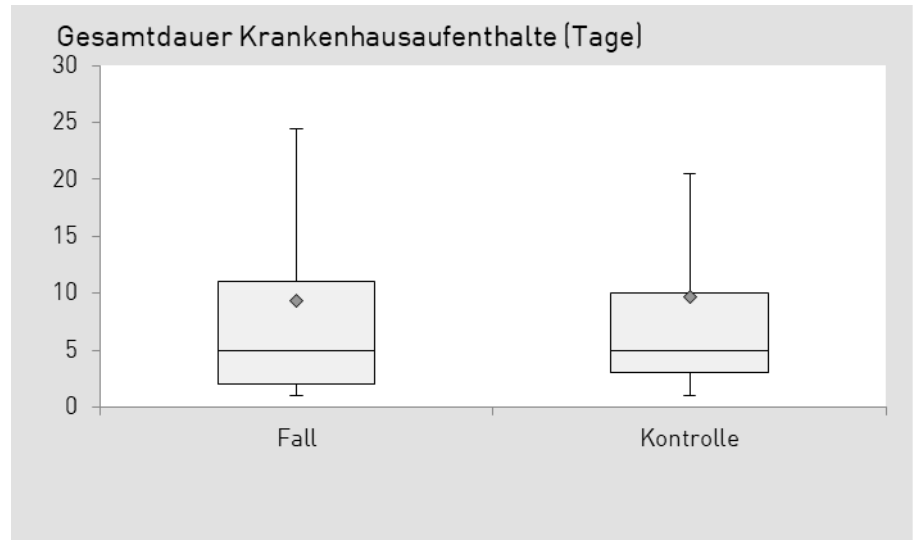
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	1.420	31,5	1	2	5	11	138	9	13
Kontrolle	674	15,0	1	3	5	10	206	9	16

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. © PMV 2019

Abb. 49

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Tab. 177

Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	834	1.092	512	707
Arzneimittel	419	1.111	122	588
Heilmittel	0	133	0	90
Hilfsmittel	0	187	0	159
stationär	0	2.032	0	902

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503 mit bzw. ohne KHK

© PMV 2019

Tab. 178

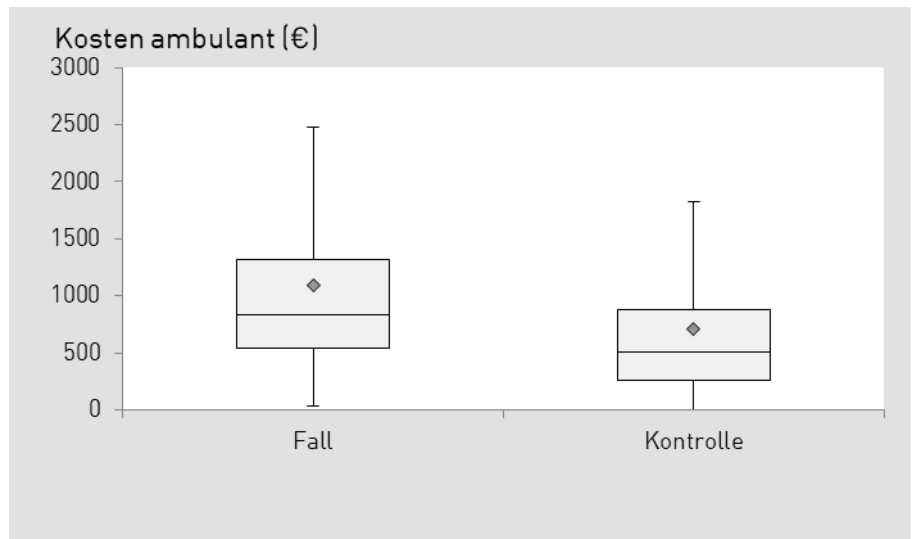
Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	37	542	834	1.316	49.707	1.092	1.233
Kontrolle	0	257	512	883	12.798	707	817

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503 © PMV 2019

Abb. 50

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 179

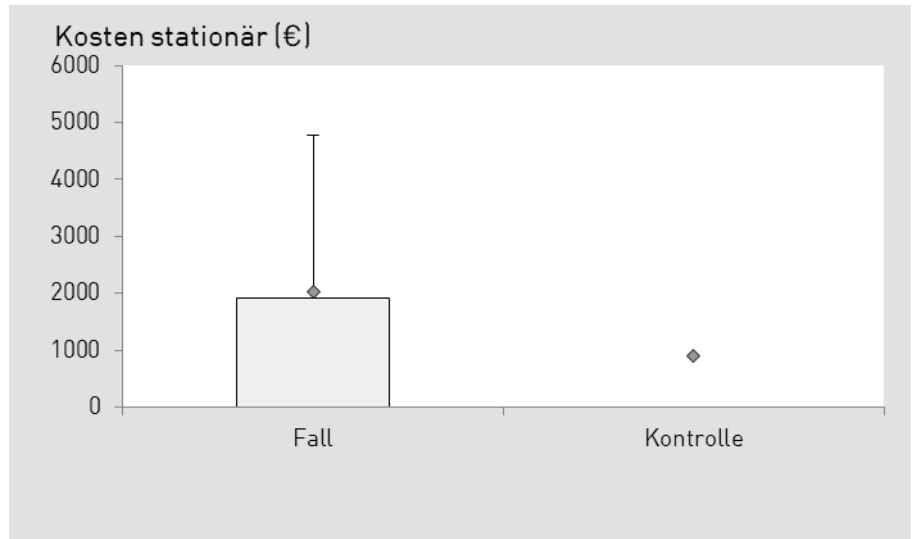
Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	1.913	72.224	2.032	5.397
Kontrolle	0	0	0	0	231.202	902	4.795

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503 © PMV 2019

Abb. 51

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 180

Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

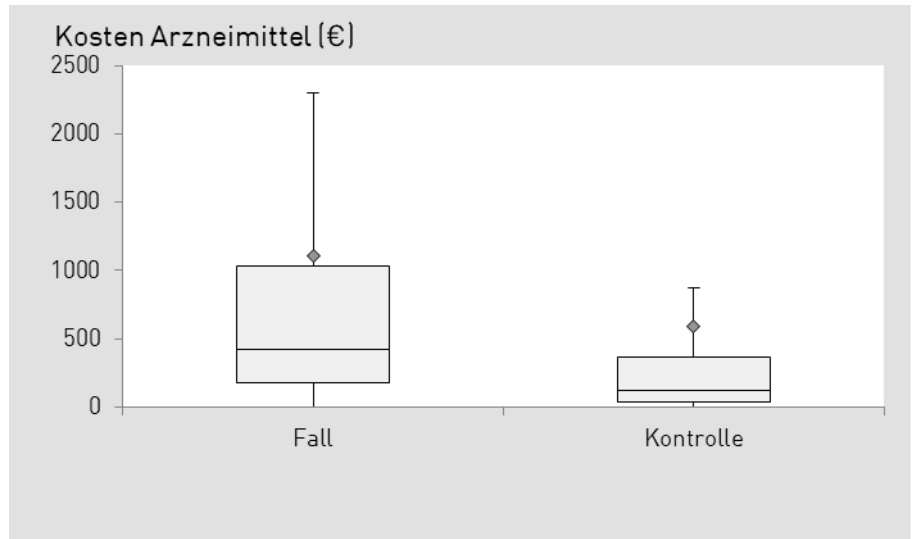
Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	182	419	1.028	150.752	1.111	4.403
Kontrolle	0	34	122	368	107.189	588	3.239

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503

© PMV 2019

Abb. 52

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 181

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

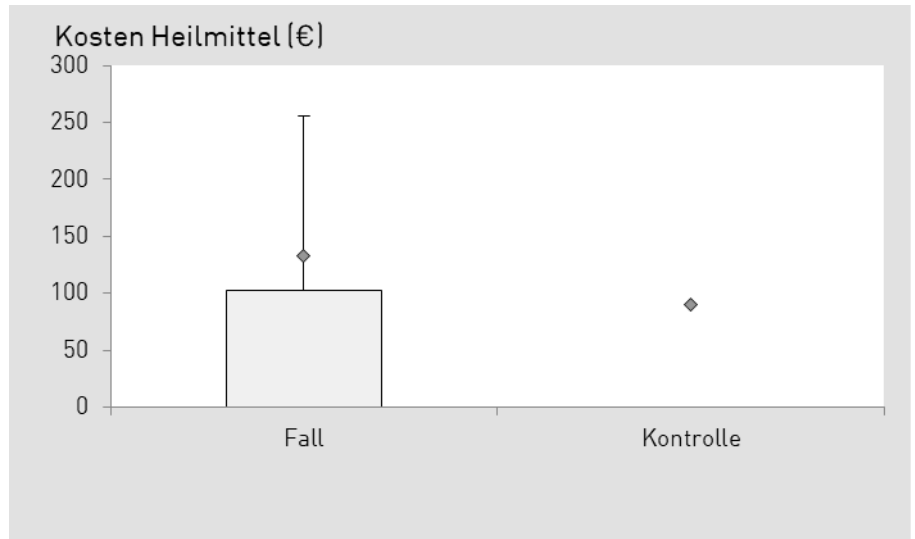
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	102	8.224	133	435
Kontrolle	0	0	0	0	8.640	90	361

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503

© PMV 2019

Abb. 53

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 182

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

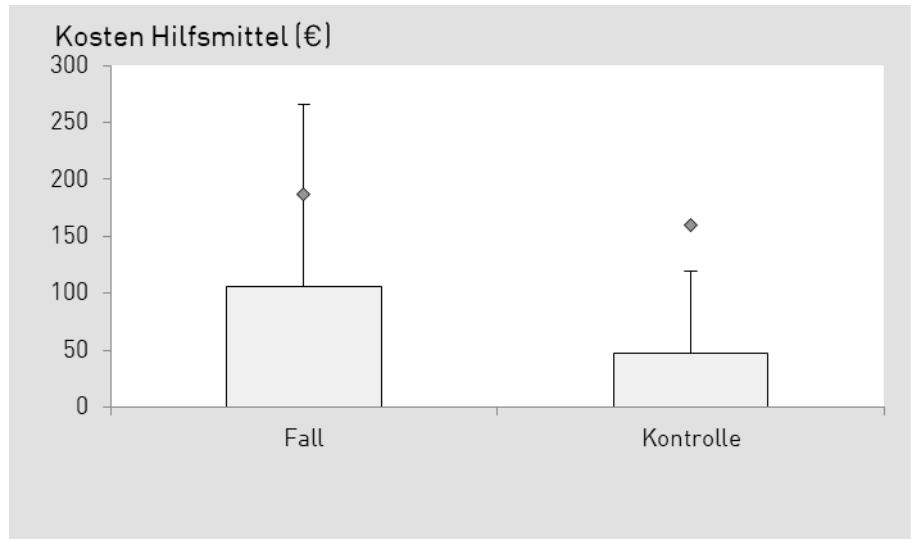
Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	106	14.364	187	647
Kontrolle	0	0	0	48	154.932	159	2.379

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 4503, Kontrollen n = 4503

© PMV 2019

Abb. 54

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne koronare Herzkrankheit und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Anhang 13

Vergleich der alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit bzw. ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung

Alters- und Geschlechtsstruktur vor/ nach Matching

Tab. 183

Geschlechterverteilung von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Geschlecht	Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
		mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Frauen	vor Matching	51	40,8	39.933	51,1
	nach Matching	51	40,8	51	40,8
Männer	vor Matching	74	59,2	38.236	48,9
	nach Matching	74	59,2	74	59,2

Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle vor Matching n=125, nach Matching n=125. Kontrollen vor Matching n=78169, nach Matching n=125.

© PMV 2019

Tab. 184 Altersstruktur von Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, vor und nach Matching, 2016

Zeitpunkt	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	MW	Std	MW	Std
nach Matching	64	12,1	64	12,1
vor Matching	64	12,1	53	12,6

MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung. Fälle vor Matching n=125, nach Matching n=125. Kontrollen vor Matching n=78169, nach Matching n=125. © PMV 2019

Tab. 185 Altersverteilung (in Gruppen) vor und nach Matching bei Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Altersgruppen	Mind. eine Parodontalbehandlung und							
	mit Schlaganfall (Fall)				ohne Schlaganfall (Kontrolle)			
	vor Matching		nach Matching		vor Matching		nach Matching	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
0- 9	0		0		0		0	
10-19	0		0		52	0,1	0	
20-29	0		0		2339	3,0	0	
30-39	<5		<5		9004	11,5	<5	
40-49	10	8,0	10	8,0	17899	22,9	10	8,0
50-59	29	23,2	29	23,2	25764	33,0	29	23,2
60-69	39	31,2	39	31,2	14862	19,0	39	31,2
70-79	30	24,0	30	24,0	6805	8,7	30	24,0
80-89	13	10,4	13	10,4	1401	1,8	13	10,4
90+	<5		<5		43	0,1	<5	

Vor Matching: Fälle n=125. Kontrollen n=78169. Nach Matching: Fälle n=125. Kontrollen n=125.

© PMV 2019

Ergebnisse der Paarlingsanalyse

Tab. 186

Wohnort nach Bundesland von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Bundesland	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Baden-Württemberg	18	14,4	10	8,0
Bayern	19	15,2	17	13,6
Berlin	1	0,8	0	
Brandenburg	4	3,2	4	3,2
Freie Hansestadt Bremen	0		1	0,8
Hessen	9	7,2	11	8,8
Mecklenburg-Vorpommern	0		1	0,8
Niedersachsen	19	15,2	15	12,0
Nordrhein-Westfalen	48	38,4	47	37,6
Rheinland-Pfalz	6	4,8	12	9,6
Saarland	1	0,8	1	0,8
Sachsen	0		4	3,2
Thüringen	0		2	1,6

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=125. Kontrollen n=125. Ausschluss von Personen wohnhaft in Schleswig-Holstein. © PMV 2019

Tab. 187

Multimorbidität unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimorbidität	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	103	82,4	85	68,0
nein	22	17,6	40	32,0

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=125. Kontrollen n=125, Multimorbidität nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 188

Multimedikation unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Multimedikation	Mind. eine Parodontalbehandlung und			
	mit Schlaganfall (Fall)		ohne Schlaganfall (Kontrolle)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	24	19,2	7	5,6
nein	101	80,8	118	94,4

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n=125. Kontrollen n=125, Multimedikation nach Definition in Kapitel 4.2.2. © PMV 2019

Tab. 189

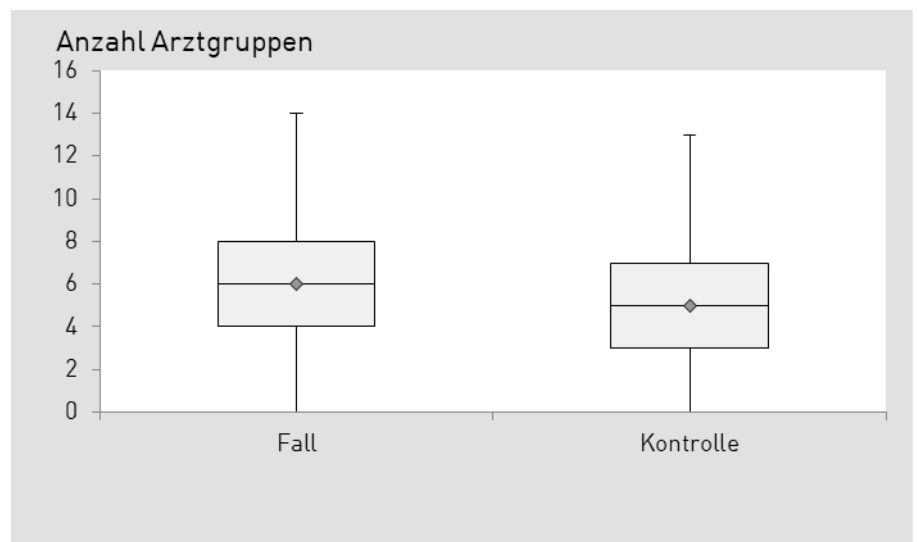
Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Anzahl Arztgruppen pro Versicherten in 2016						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	4	6	8	18	6	3
Kontrolle	0	3	5	7	13	5	3

Zahnärzt*innen wurden nicht berücksichtigt. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125 © PMV 2019

Abb. 55

Boxplot über die Anzahl aufgesuchter ambulanter Arztgruppen (ohne Zahnmedizin) pro Person unter alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Die Gruppe der Zahnmediziner wird nicht berücksichtigt. Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 190

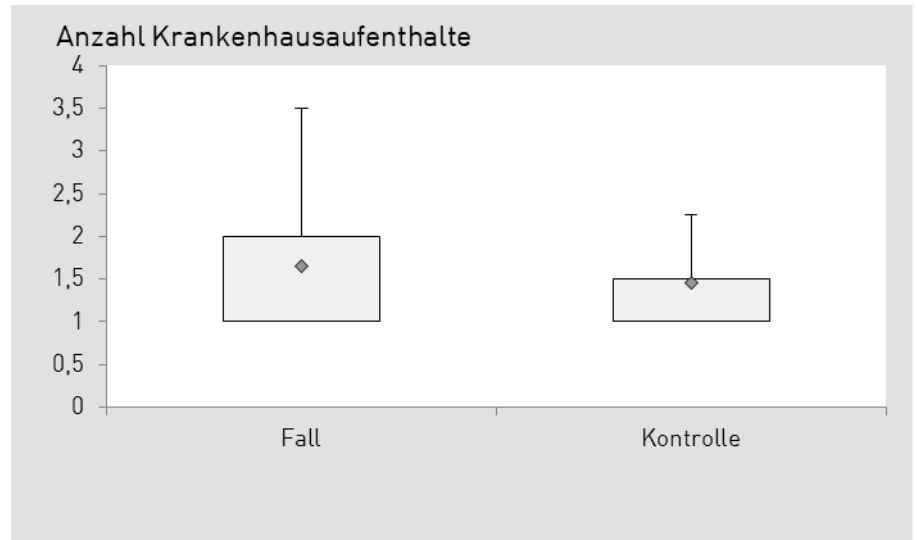
Deskriptive Beschreibung der Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Anzahl Aufenthalte im Jahr						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	123	98,4	1	1	1	2	10	1	1
Kontrolle	22	17,6	1	1	1	2	5	1	1

Ergebnisse nach 1:1 Matching. Anteil an allen Fällen bzw. Kontrollen. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019

Abb. 56

Boxplot über Anzahl an vollstationären Krankenhausaufenthalten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 191

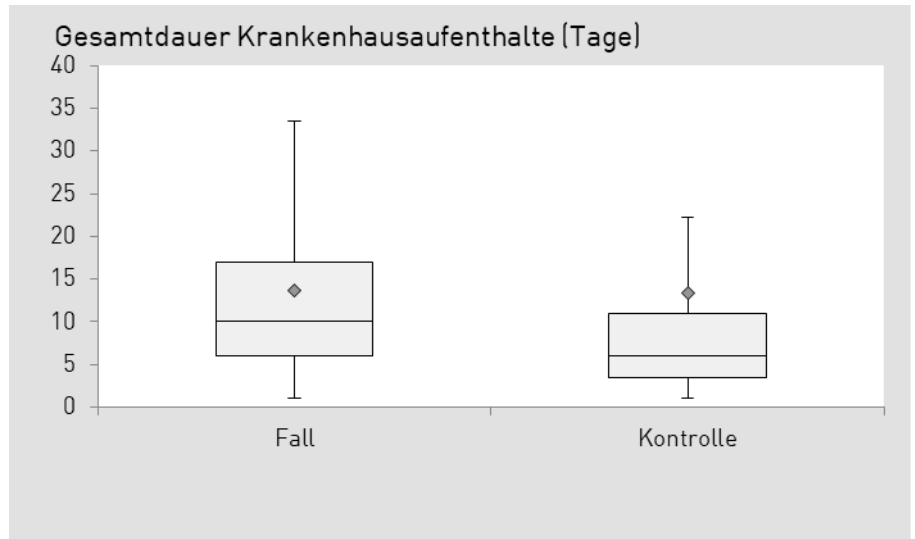
Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	Versicherte mit vollstationärem Krankenhausaufenthalt								
	Anzahl	%	Verweildauer im Jahr (in Tagen)						
			Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	123	98,4	1	6	10	17	88	13	14
Kontrolle	22	17,6	1	4	6	11	70	13	17

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2019
Ergebnisse nach 1:1 Matching.

Abb. 57

Boxplot über Gesamtverweildauer im Krankenhaus von alters- und geschlechtsgleichen Versicherte mit vollstationärem Aufenthalt und mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Kosten nach Sektoren

Tab. 192

Übersicht über die Gesundheitskosten nach Sektoren von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Sektor	Gesundheitskosten nach Sektoren von			
	Fällen		Kontrollen	
	Median	MW	Median	MW
ambulant	779	1.072	550	822
Arzneimittel	400	1.319	121	689
Heilmittel	94	528	0	78
Hilfsmittel	0	319	0	91
stationär	6.196	9.277	0	1.294

MW: Mittelwert. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125 mit bzw. ohne Schlaganfall

© PMV 2019

Tab. 193

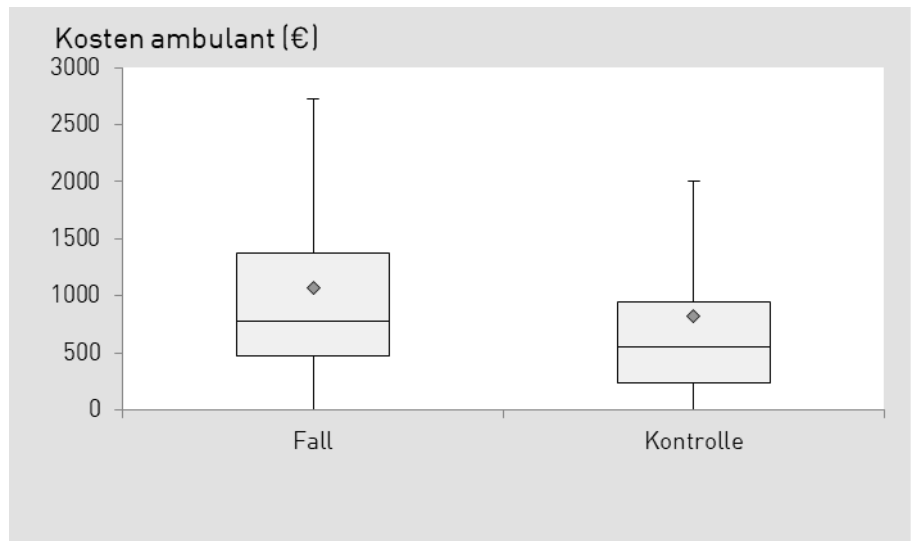
Deskriptive Beschreibung der ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	ambulante Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	469	779	1.373	6.334	1.072	925
Kontrolle	0	238	550	944	9.814	822	1.124

Ambulante Kosten ohne zahnärztliche Kosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125 © PMV 2019

Abb. 58

Boxplot über die ambulanten Kosten (ohne Zahnarztkosten) von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt. © PMV 2019

Tab. 194

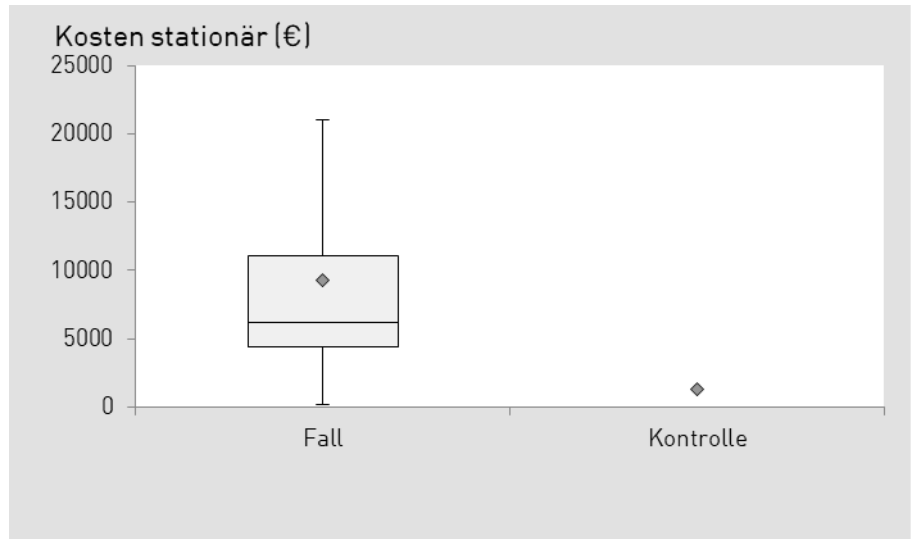
Deskriptive Beschreibung der stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

Gruppe	stationäre Kosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	210	4.390	6.196	11.058	54.993	9.277	8.199
Kontrolle	0	0	0	0	42.073	1.294	4.800

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125 © PMV 2019

Abb. 59

Boxplot über die stationären Kosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 195

Deskriptive Beschreibung der Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

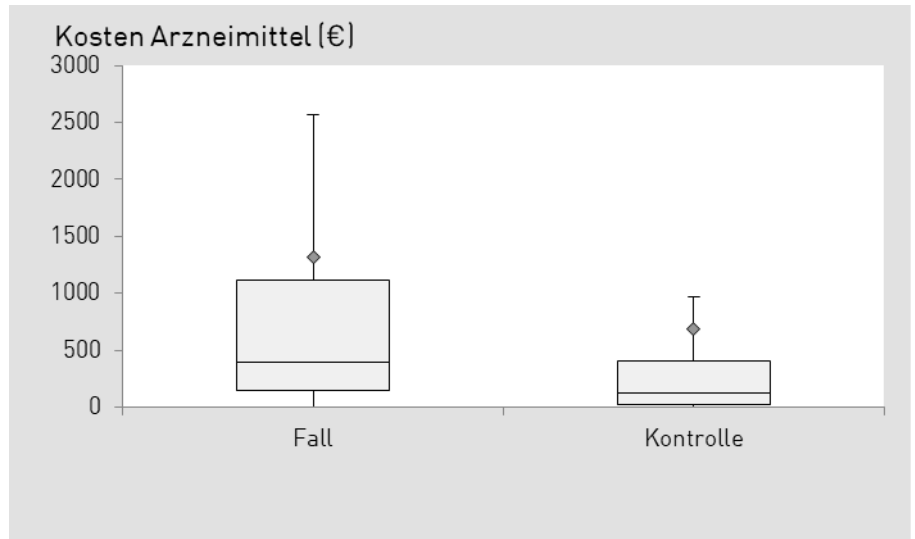
Gruppe	Arzneimittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	143	400	1.111	29.100	1.319	3.652
Kontrolle	0	29	121	403	28.785	689	2.704

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125

© PMV 2019

Abb. 60

Boxplot über die Arzneimittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 196

Deskriptive Beschreibung der Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

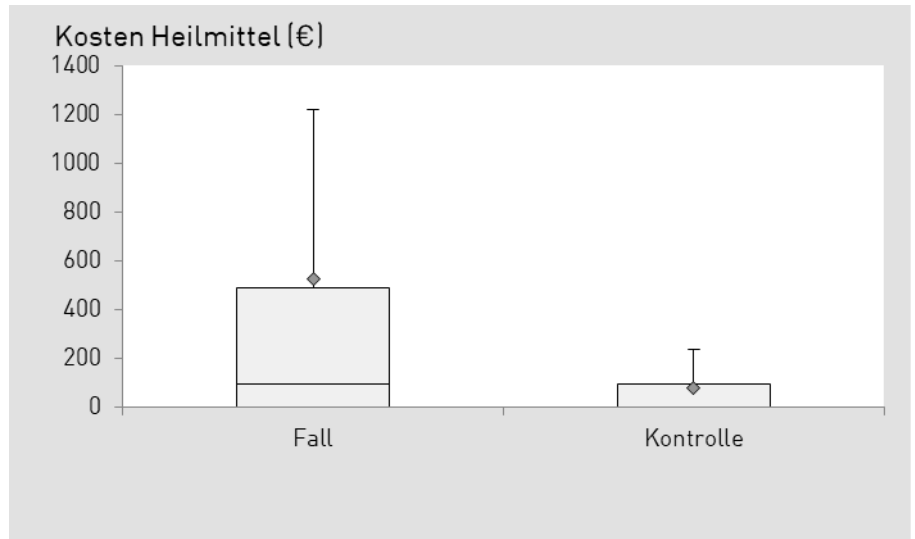
Gruppe	Heilmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	94	488	7.306	528	1.143
Kontrolle	0	0	0	95	2.240	78	239

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125

© PMV 2019

Abb. 61

Boxplot über die Heilmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Tab. 197

Deskriptive Beschreibung der Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016

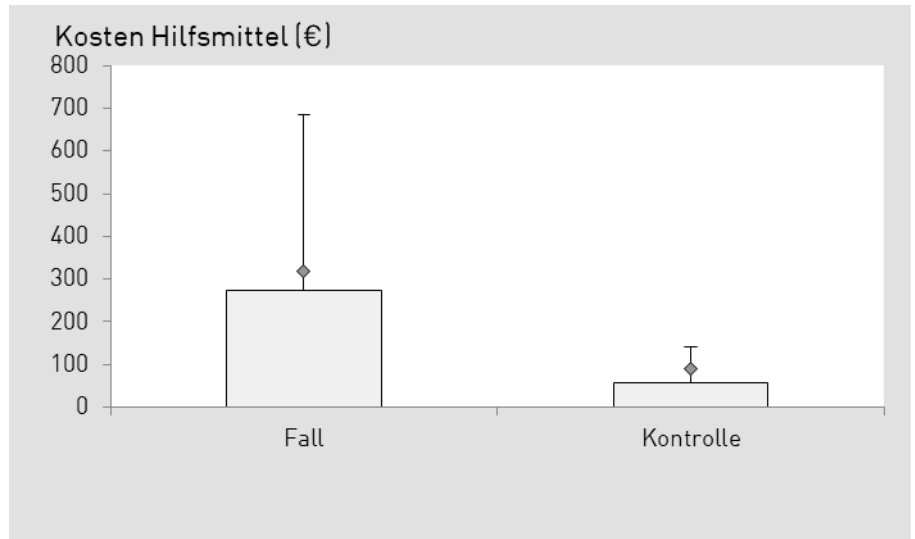
Gruppe	Hilfsmittelkosten je Versicherten in 2016 (in €)						
	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
Fall	0	0	0	275	5.934	319	814
Kontrolle	0	0	0	56	3.175	91	328

Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. Ergebnisse nach 1:1 Matching. Fälle n = 125, Kontrollen n = 125

© PMV 2019

Abb. 62

Boxplot über die Hilfsmittelkosten von alters- und geschlechtsgleichen Versicherten mit/ ohne Schlaganfall und mind. einer Parodontalbehandlung, 2016



Der Endpunkt des oberen Whisker stellt das 1,5-fache des Interquartilsabstands dar. Ausreißer werden nicht dargestellt.

© PMV 2019

Anhang 14

Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013: Bildung des Propensity Scores

Verteilung logarithmierter Kosten

In Tab. 198 wird die Verteilung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013, die eine bzw. keine Parodontalbehandlung erhalten haben, beschrieben. Im Gruppenvergleich wird eine unterschiedliche Verteilung erkennbar.

Tab. 198 **Deskriptive Beschreibung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013**

Kostenart	Exponiert	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
ambulant	ja	0	6	6	7	9	6,35	0,92
	nein	0	6	6	7	10	6,33	1,02
Arbeitsunfähigkeit	ja	0	0	0	0	11	1,76	3,33
	nein	0	0	0	0	11	1,48	3,10
Antidiabetika	ja	0	0	0	2	7	1,25	1,91
	nein	0	0	0	2	8	1,29	1,93
andere Arzneimittel	ja	0	4	5	6	9	4,63	1,54
	nein	0	4	5	6	12	4,75	1,61
stationär	ja	0	0	0	5	11	2,03	3,41
	nein	0	0	0	6	12	2,23	3,57
Gesamt 1	ja	0	6	7	8	11	6,95	1,23
	nein	0	6	7	8	12	7,02	1,38
Gesamt 2	ja	0	6	7	8	11	7,05	1,24
	nein	0	6	7	8	12	7,12	1,39

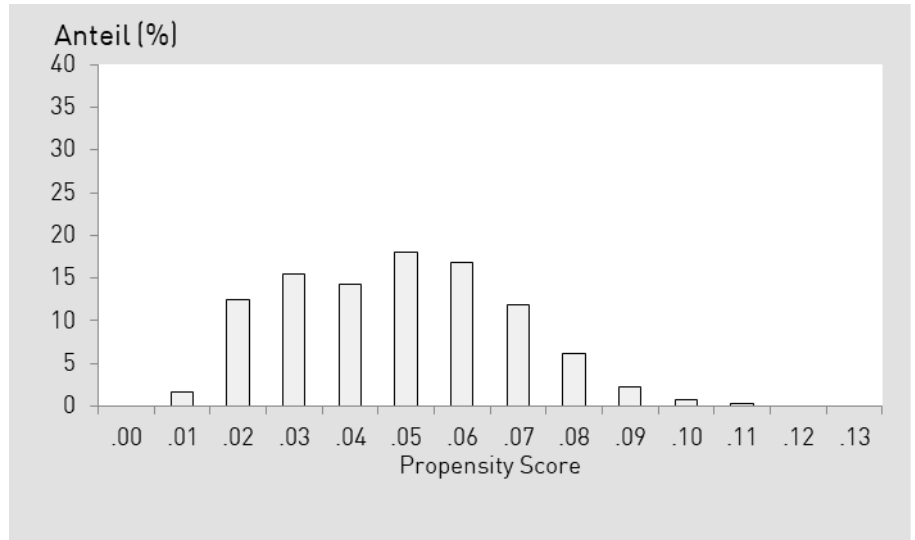
Gesamt 1: ambulante + stationäre + Arzneimittelkosten. Gesamt2: Gesamt 1 + Heil- und Hilfsmittelkosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2020

Balance des Propensity Scores zwischen den Expositionsgruppen

In Abb. 63 und Abb. 64 wird die Verteilung der Propensity Score (PS)-Werte differenziert nach jeweiliger Expositionsgruppe graphisch dargestellt.

Abb. 63

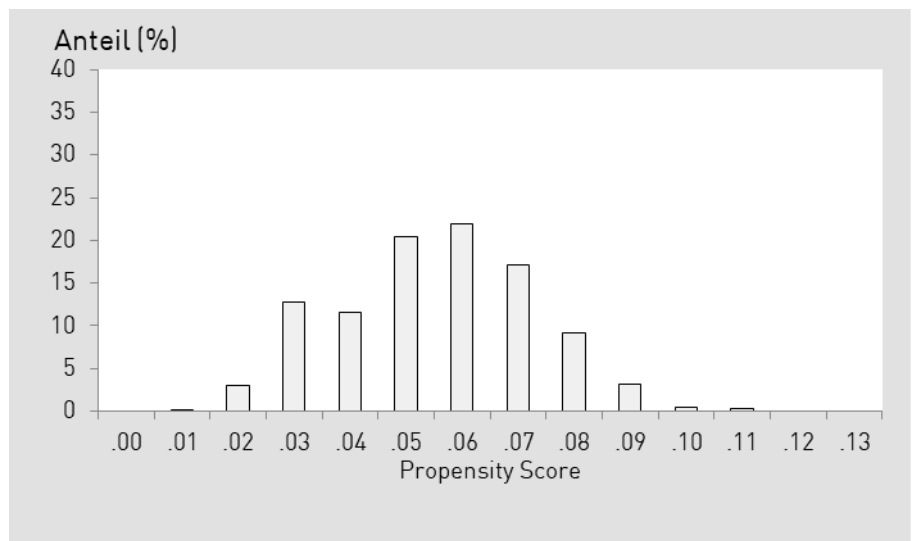
Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Nicht-Exponierten Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013



© PMV 2020

Abb. 64

Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Exponierten Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013



© PMV 2020

Balance der Kovariablen
zwischen den Expositions-
gruppen

Tab. 199 Gewichteter Mittelwert, Standardabweichung und standardisierte Differenz der Kovariablen bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013

Variable	nicht exponiert		exponiert		standardisierte Differenz
	Mittelwert	Std	Mittelwert	Std	
Alter	61,0	14,0	60,0	47,0	-0,0402
Charlson	1,2	1,6	1,2	6,4	-0,0175
Fachärzte prä	5,0	3,0	5,0	13,0	0,0006
Gesamtkosten 2 prä	6,5	2,0	6,4	8,1	-0,0060

Gewichtete Datenbasis. Std: Standardabweichung. Gesamtkosten 2: ambulante + stationäre + Arzneimittelkosten + Heil- und Hilfsmittelkosten. prä: 4 Quartale vor Inzidenzquartal. © PMV 2020

Tab. 200 Häufigkeitsverteilung der Kovariablen nach Gewichtung mit standardisierter Differenz bei Versicherten mit inzidentem Diabetes in 2013

Variable	Kategorie	nicht exponiert	exponiert	standardisierte Differenz
		%	%	
Geschlecht	Frauen	44,8	45,7	0,0187
	Männer	55,2	54,3	
Nielsen-Gebiet	Bayern	14,7	14,9	0,0266
	BW	12,5	12,7	
	Mitte	17,8	17,7	
	Nord(West)	11,8	12,4	
	NRW	33,9	33,0	
	Ost(Nord)	6,1	6,4	
Zahnarztbesuch prä	ja	68,6	70,1	0,0330
	nein	31,4	29,9	

Gewichtete Datenbasis. prä: 4 Quartale vor Inzidenzquartal.

© PMV 2020

Anhang 15

Zusammenhang Parodontalbehandlung und Gesundheitskosten bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013: Bildung des Propensity Scores

Verteilung logarithmierter Kosten

In Tab. 201 wird die Verteilung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013, die eine bzw. keine Parodontalbehandlung erhalten haben, beschrieben. Im Gruppenvergleich wird eine unterschiedliche Verteilung erkennbar.

Tab. 201

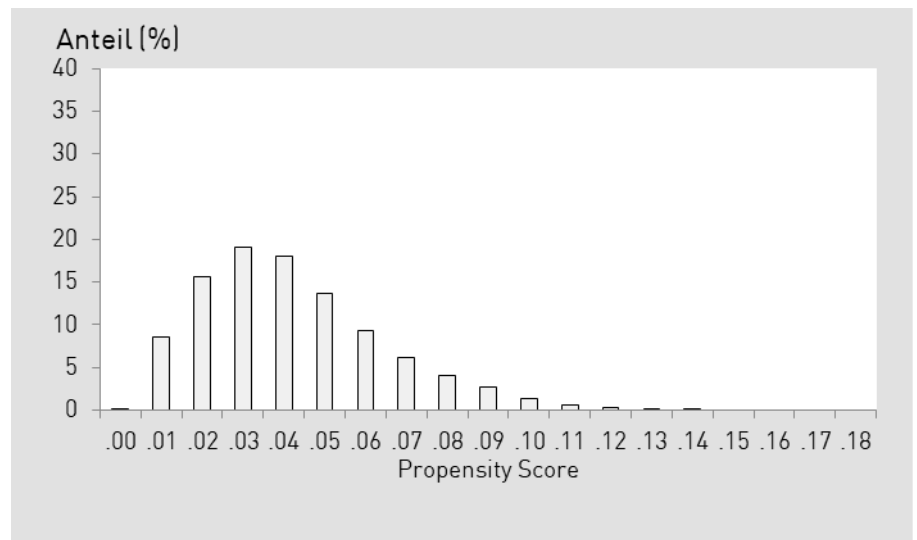
Deskriptive Beschreibung der logarithmierten Kosten bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013

Kostenart	Exponiert	Min	P25	Median	P75	Max	MW	Std
ambulant	ja	0	6	7	7	10	6,48	0,93
	nein	0	6	7	7	10	6,50	0,94
Arzneimittel	ja	0	4	5	6	10	5,05	1,44
	nein	0	4	5	6	11	5,28	1,47
Arbeitsunfähigkeit	ja	0	0	0	0	11	1,75	3,32
	nein	0	0	0	0	11	1,25	2,92
stationär	ja	0	0	0	6	11	2,51	3,64
	nein	0	0	0	7	12	2,83	3,83
Gesamt 1	ja	0	6	7	8	11	7,17	1,28
	nein	0	6	7	8	12	7,30	1,34
Gesamt 2	ja	0	6	7	8	11	7,26	1,28
	nein	0	7	7	8	12	7,41	1,34

Gesamt 1: ambulante + stationäre + Arzneimittelkosten. Gesamt2: Gesamt 1 + Heil- und Hilfsmittelkosten. Min: Minimum, P25: 25%-Perzentil, P75: 75%-Perzentil, Max: Maximum, MW: Mittelwert, Std: Standardabweichung. © PMV 2020

Balance des Propensity Scores zwischen den Expositionsgruppen

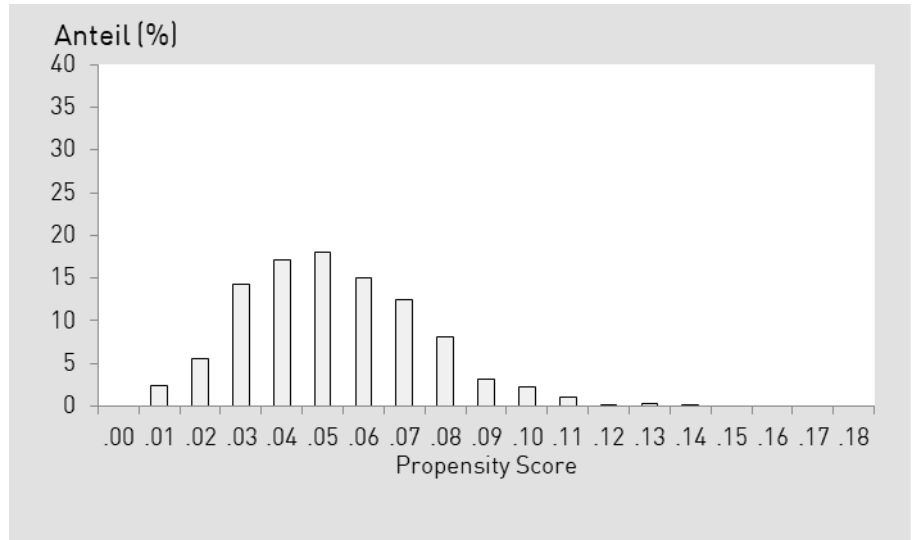
Abb. 65

Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Nicht-Exponierten Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit


© PMV 2020

Abb. 66

Verteilung der Propensity Score Werte innerhalb der Gruppe der Exponierten Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit



© PMV 2020

Balance der Kovariablen
zwischen den Expositions-
gruppen

Tab. 202

Gewichteter Mittelwert, Standardabweichung und standardisierte Differenz der Kovariablen bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013

Variable	nicht exponiert		exponiert		standardisierte Differenz
	Mittelwert	Std	Mittelwert	Std	
Alter	65,0	13,0	63,0	48,0	-0,0436
Charlson	2,0	2,0	2,0	9,1	-0,0057
Fachärzte prä	5,0	3,0	5,0	14,0	0,0103
Gesamtkosten 2 prä	6,8	1,8	6,8	7,2	-0,0047

Gewichtete Datenbasis. Std:Standardabweichung. Gesamtkosten 2: ambulante + stationäre + Arzneimittelkosten + Heil- und Hilfsmittelkosten. prä: 4 Quartale vor Inzidenzquartal. © PMV 2020

Tab. 203

Häufigkeitsverteilung der Kovariablen nach Gewichtung mit standardisierter Differenz bei Versicherten mit inzidenter koronarer Herzkrankheit in 2013

Variable	Kategorie	nicht exponiert %	exponiert %	standardisierte Differenz
Geschlecht	Frauen	39,3	37,5	-0,0375
	Männer	60,7	62,5	
Nielsen-Gebiet	Bayern	13,8	13,7	0,0280
	BW	11,9	12,5	
	Mitte	16,3	15,6	
	Nord(West)	13,1	13,2	
	NRW	36,4	36,4	
	Ost(Nord)	5,9	6,1	
	Ost(Süd)	2,6	2,7	
Zahnarztbesuch prä	ja	70,4	72,0	0,0352
	nein	29,6	28,0	

Gewichtete Datenbasis. prä: 4 Quartale vor Inzidenzquartal.

© PMV 2020

Anlage: Bericht über Ergebnisse der PROs-App-Pilotstudie (AP4)

Dent@Prevent – Bericht über Ergebnisse der PROMs-App-Pilotstudie (Meilenstein 14)

Report pilot app study Dent@Prevent

This report describes the results of a study to assess the validity and usability of the developed patient app in the Dent@Prevent project.

Methods

Patient app

A mobile application for patients was developed within the Dent@Prevent project. The main aim of the app is to assess patients' risk of periodontitis and diabetes in patients visiting the dental or general practice. The questionnaire incorporated in the app was developed using a modified Delphi procedure with a panel of patients, dentists, general practitioners and scientists. In this study, a shortened version of the patient app, including two questionnaires to assess the risk for periodontitis (Parodontitis Risiko Score) and diabetes (a validated, German version of the Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC)), was used. The decision to use the shortened version was pragmatic, and the included questions are the most important for the aim of the Dent@Prevent project. In addition, the Parodontitis Risiko Score was assessed for its clinical validity.

Setting

The study was conducted in two general practices and one dental practice in Germany (Heidelberg region) as well as the Department of Conservative Dentistry of Heidelberg University Clinics:

Usability of the mobile application

The practices received a tablet with the mobile application installed on it. At random the practices received either a device with an Android or iOS system. The practices were asked to hand out the devices to any eligible patient before they had their appointment with the general practitioner or dentist. Patients were eligible to participate if they were 18 years or older and agreed to the informed consent presented on the first screen of the mobile application. The usability of the app was tested using a modified version of the System Usability Scale (SUS). The SUS is a validated scoring system to assess the usability of a system. To fit the aim of this study for assessing a mobile application, the wording used in the SUS was slightly adjusted (table 1). Thereafter, the questions were translated to German to fit the German setting. Each question was answered on a scale from 1 to 5 ranging from 'Strongly disagree' to 'Strongly agree'. Every odd numbered question has a positive format, while every even numbered question has a negative format. Therefore, to calculate the total SUS-score, for each odd numbered question, 1 is subtracted from the score and for each even numbered question, 5 is subtracted from the score. These new values then have a score from 0 to 4. For each item, it means that a score of 0 influences the total SUS score negatively while a 4 influences the score positively. The scores of each item are all added and multiplied by 2.5 giving a total SUS score that ranges between 0 and 100. An average score above 68 is considered to be acceptable. Since it is necessary to know the scores on all items of the SUS, patients with incomplete forms were excluded from the analysis.

Table 1: System Usability Scale items in English and the used German translation

Nr.	English definition	German definition
1	I think I would like to use this app frequently	Ich denke, dass ich die Applikation gerne häufig benutze würde
2	I found the app unnecessarily complex	Ich fand die Applikation unnötig komplex
3	I thought the app was easy to use	Ich fand die Applikation war einfach zu benutzen
4	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this app	Ich denk, ich würde Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um die Applikation benutzen zu können
5	I found the various functions in this app very well integrated	Ich fand, dass die verschiedenen Funktionen in dieser Applikation gut integriert waren
6	I thought there was too much inconsistency in this app	Ich denke die Applikation enthielt zu viele Widersprüche
7	I would imagine that most people would learn to use this app very quickly	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Applikation sehr schnell lernen
8	I found the app very annoying to use	Ich fand die Applikation sehr umständlich zu nutzen
9	I felt very confident using the app	Ich fühlte mich bei der Benutzung der Applikation sehr sicher

10 I needed to learn a lot of things before I could get going with this app Ich musste einiges lernen, bevor ich die Applikation verwenden konnte

In the modified version of the System Usability Scale the word 'app' is used instead of the original word 'system'.

Clinical validity of the Parodontitis Risiko Score

Patients at the Heidelberg University setting were asked to participate in the clinical validity study. These patients were asked to fill out the Parodontitis Risiko Score before they were seen by the dentist. The Parodontitis Risiko Score is a questionnaire including 7 multiple-choice items to assess the risk of periodontitis. The risk score varies between 0 and 20 points with 0 points reflecting no risk for periodontitis and 20 points reflecting a very high risk of periodontitis. After the dental visits, the periodontitis severity index (PSI) of the participating patients were extracted from the dental records. Only patients with a all necessary information to calculate the PSI, e.g. pocket depths, bleeding on probing and dental plaque for all sextants, were included in the analysis.

Statistical analysis

For the usability of the mobile application, mean and standard deviations as well as the medians with interquartile ranges of the total SUS score as well as for the separate items were analyzed using Stata. Differences between the general practices and the dental practice as well as differences between the iOS and Android devices were analyzed using a simple t-test. P-values <0.05 were considered to be significant.

To assess the validity of the Parodontitis Risiko Score, a scatter plot was produced. Univariate linear regression as well as logistic regression analysis were performed with PSI as the dependent and the Parodontitis Risiko Score as the independent variable. Multiple models were produced for the logistic regression in which the Parodontitis Risiko Score was defined as a linear variable or as a dichotomous variable using different cut-off points and with different dichotomization of the PSI code (see table 2).

Table 2: Univariate linear regression models

Models	PSI	Parodontitis Risiko Score
1.1	0 vs. 1-4	Linear
1.2	0 vs. 1-4	0-4 vs. 5-20
1.3	0 vs. 1-4	0-6 vs. 7-20
1.4	0 vs. 1-4	0-8 vs. 9-20
1.5	0 vs. 1-4	0-10 vs. 11-20
2.1	0-1 vs. 2-4	Linear
2.2	0-1 vs. 2-4	0-4 vs. 5-20
2.3	0-1 vs. 2-4	0-6 vs. 7-20
2.4	0-1 vs. 2-4	0-8 vs. 9-20
2.5	0-1 vs. 2-4	0-10 vs. 11-20
3.1	0-2 vs. 3-4	Linear
3.2	0-2 vs. 3-4	0-4 vs. 5-20
3.3	0-2 vs. 3-4	0-6 vs. 7-20
3.4	0-2 vs. 3-4	0-8 vs. 9-20
3.5	0-2 vs. 3-4	0-10 vs. 11-20
4.1	0-3 vs. 4	Linear
4.2	0-3 vs. 4	0-4 vs. 5-20
4.3	0-3 vs. 4	0-6 vs. 7-20
4.4	0-3 vs. 4	0-8 vs. 9-20
4.5	0-3 vs. 4	0-10 vs. 11-20

Results

Usability of the mobile application

In total 123 patients participated across the three practices. For this report, we only analyzed the SUS items and scores and did not include any patient characteristics in the analysis.

All participants

Overall the patient app scored a total SUS score of 77.83 (± 12.45) (table 3). All questions scored on average a 2.50 or higher. The highest scoring items focused on “Capability to use” (item 10: 3.44 (± 0.83)) and “Need for support” (item 4: 3.41 (± 0.88)). The lowest scoring item focused on “Frequent use” (item 1: 2.50 (± 0.90)).

Table 3: SUS scores for all participants (n=123)

	Mean (\pm SD)	Median (IQR)	Min	Max
Total SUS score	77.83 (± 12.45)	77.5 (72.5-85.0)	30.0	100.0
<i>SUS items</i>				
1. Frequent use	2.50 (± 0.90)	3 (2-3)	0	4
2. Complexity of app	2.95 (± 1.02)	3 (2-4)	0	4
3. Easy to use	3.23 (± 0.73)	3 (3-4)	0	4
4. Need for support	3.41 (± 0.88)	4 (3-4)	0	4
5. Integration of functions	2.98 (± 0.74)	3 (3-3)	1	4
6. Inconsistency	3.15 (± 0.95)	3 (3-4)	0	4
7. Easy to learn	3.30 (± 0.87)	3 (3-4)	0	4
8. Annoying to use	3.28 (± 0.99)	4 (3-4)	0	4
9. Confident about use	2.89 (± 1.12)	3 (2-4)	0	4
10. Capability of use	3.44 (± 0.83)	4 (3-4)	0	4

All scores for the separate SUS items are translated into a score on a scale from 0-4, where 0 is the most negative score on the item and 4 is the most positive score.

General practices versus Dental practice

In total 92 patients participated in the general practices and 31 patients in the dental practice. On average, patients in the general practice scored the app significantly higher than patients in the dental practice (mean 79.35 (± 11.07) v. 73.31 (± 15.20), p-value 0.0189), although both groups show scores that are considered to be acceptable (table 4). Patients in the general practice scored the items “Complexity of the app” (item 2), “Inconsistency” (item 6), and “Capability of use” (item 10) significantly higher than patients in the dental practice, while “Confident about use” (item 9) was scored significantly lower. This suggest that patients in the general practice find the app less complex, more consistent, and feel more capable of using the app while patients in the dental practice feel more confident while using the app.

Table 4: Differences in SUS scores for general practices and dental practices

	GP (n=92) Mean (\pm SD)	DP (n=31) Mean (\pm SD)	T-test	(p-value)
Total SUS score	79.35 (± 11.07)	73.31 (± 15.20)	-2.38	0.0189
<i>SUS items</i>				
1. Frequent use	2.52 (± 0.94)	2.45 (± 0.77)	-0.37	0.7091
2. Complexity of app	3.17 (± 0.93)	2.29 (± 0.97)	-4.51	<0.0001
3. Easy to use	3.21 (± 0.69)	3.29 (± 0.86)	0.55	0.5843
4. Need for support	3.45 (± 0.79)	3.29 (± 1.10)	-0.85	0.3956
5. Integration of functions	3.01 (± 0.72)	2.87 (± 0.81)	-0.91	0.3652
6. Inconsistency	3.32 (± 0.86)	2.68 (± 1.05)	-3.37	0.0010
7. Easy to learn	3.38 (± 0.86)	3.06 (± 0.85)	-1.77	0.0795
8. Annoying to use	3.35 (± 0.95)	3.06 (± 1.09)	-1.38	0.1710
9. Confident about use	2.77 (± 1.19)	3.26 (± 0.82)	2.12	0.0364
10. Capability of use	3.57 (± 0.63)	3.06 (± 1.18)	-2.99	0.0033

All scores for the separate SUS items are translated into a score on a scale from 0-4, where 0 is the most negative score on the item and 4 is the most positive score.

GP: general practice; DP: dental practice

Android versus iOS

In total 42 patients used an Android device and 81 patients an iOS device for the patient app. Overall, there was no significant difference in the SUS score (table 5). However, on two items the Android device scored significantly better, namely “Inconsistency” (item 6) and “Easy to learn” (item 7). This suggest that patients find the functions within the Android app more consistent with each other and that the app is easier to learn how

to use. On the other hand, the iOS device scored significantly higher on “Confident about use” (item 9) suggesting that patients feel more confident using the iOS app.

Table 5: Differences in SUS scores for Android and iOS devices

	Android (n=42) Mean (\pm SD)	iOS (n=81) Mean (\pm SD)	T-test	(p-value)
Total SUS score	78.39 (\pm 7.15)	77.53 (\pm 14.49)	0.36	(0.7175)
<i>SUS items</i>				
1. Frequent use	2.64 (\pm 0.85)	2.43 (\pm 0.92)	1.23	(0.2194)
2. Complexity of app	3.05 (\pm 0.91)	2.90 (\pm 1.07)	0.76	(0.4505)
3. Easy to use	3.07 (\pm 0.68)	3.31 (\pm 0.75)	-1.71	(0.0890)
4. Need for support	3.24 (\pm 0.48)	3.49 (\pm 1.01)	-1.54	(0.1253)
5. Integration of functions	3.07 (\pm 0.46)	2.93 (\pm 0.85)	1.03	(0.3035)
6. Inconsistency	3.57 (\pm 0.80)	2.94 (\pm 0.95)	3.68	(0.0003)
7. Easy to learn	3.67 (\pm 0.75)	3.11 (\pm 0.87)	3.52	(0.0006)
8. Annoying to use	3.33 (\pm 1.03)	3.25 (\pm 0.98)	0.46	(0.6495)
9. Confident about use	2.31 (\pm 1.35)	3.20 (\pm 0.84)	-4.47	(<0.0001)
10. Capability of use	3.40 (\pm 0.54)	3.46 (\pm 0.95)	-0.33	(0.7435)

All scores for the separate SUS items are translated into a score on a scale from 0-4, where 0 is the most negative score on the item and 4 is the most positive score.

Clinical validity of the Parodontitis Risiko Score

Eighty-eight patients participated in the validation study. The mean PSI score was 2.6 (\pm 0.60) and the mean Parodontitis Risiko Score was 7.82 (\pm 4.26). The linear regression models showed a constant of 1.8312 and a coefficient for the Parodontitis Risiko Score of 0.0975. The correlation found was 0.6789 and the determination coefficient was 0.4609.

Logistic Regression analysis

Models 1 and 2 could not be performed because there were no 0 and 1 PSI scores in this group of patients. Therefore, only models 3 and 4 could be executed. Table 6 shows the results of the logistic regression analysis. The results show a positive association between the Parodontitis Risiko Score and the PSI outcomes in the patients.

Table 6: Univariate logistic regression of PSI scores and the Parodontitis Risiko Score.

Model	Low Parodontitis Risiko Score		High Parodontitis Risiko Score		Odds Ratio	95% Confidence Intervals
	Low PSI (n)	High PSI (n)	Low PSI (n)	High PSI (n)		
3.1	-	-	-	-	1.845	1.421 – 2.396
3.2	22	0	21	44	3384804034.000	0.000 – infinity
3.3	27	2	16	42	35.437	7.541 – 166.535
3.4	35	9	8	35	17.014	5.886 – 49.176
3.5	40	20	3	24	16.000	4.297 – 59.583
4.1	-	-	-	-	1.635	1.182 – 2.262
4.2	22	0	54	11	329078164.400	0.000 - infinity
4.3	29	0	47	11	378089816.500	0.00 – infinity
4.4	44	0	32	11	555319430.200	0.000-infinity
4.5	57	3	19	8	8.00	1.924-33.258

Discussion

The shortened version of the mobile app was found to be usable by both general medical and dental patients. The Parodontitis Risiko Score shows a positive association with the PSI score.

For the application, all questions in the SUS showed high scores, however, some of them were scored lower than others. The question on frequency of use was scored the lowest. This question is part of the SUS, but this mobile app is not meant to be used frequently. The idea is that the app is used just before a dental or medical visit. Therefore, the low score on this question should not be a problem. The app scored particularly high on

the items “Capability to use” and “Need for support”. Meaning that the participants felt very capable of using the app and that they would not need any support from a more technically experienced person to use the app. There was also a significant difference between dental and general medical patients showing a significantly higher score for general patients. Possibly, this might be explained by a general higher perceived importance of general health. Therefore, patients in the general practice might be more open to participating in studies and surveys. Participation in the dental practice was also lower. This may be because only one dental practice was included. However, the devices were in the practice for the same number of days as in the general practices together. Possibly, the waiting time in the dental clinic was lower, meaning that dental patients were not able to finish the questionnaire in time and were therefore excluded from the analysis. This might be an issue later on when the patient app is implemented.

Although the total SUS score for the different device systems was almost the same, there were some significant differences in terms of inconsistency within the app, easiness to learn the app and confidence about using the app between the Android and iOS devices. The app does look slightly different on the two systems and has different functionalities. This might have caused the differences within the items. However, both systems were considered to be usable by patients.

The Parodontitis Risiko score showed a positive association with the PSI. However, the number of participants was low and some models cannot be used due to lack of patients in certain groups. The models that we were able to analyze showed a significant positive association, meaning that patients that scored higher on the Parodontitis Risiko Score also had a higher risk of having periodontitis based on the PSI scores. The cut-off points for periodontitis were arbitrary and data-driven because none of the participants scores a 0 or 1 on the PSI. However, even though the patients defined as having no periodontitis might actually show signs for early periodontitis, we found significant positive results.

To conclude, in this study testing the usability of a shortened version of the patient app to assess the risk of diabetes and periodontitis, the app was found to be acceptable for use by both dental and general medical patients. The system on which the app is executed does not influence the usability. Furthermore, the Parodontitis Risiko score was found to be positively associated with PSI scores and could therefore be used to assess periodontitis risk.

Anlage: Bericht über Ergebnisse DSS-Simulationstest (AP5)

Dent@Prevent Meilenstein 19 (E5): Bericht über Ergebnisse DSS-Simulationstest

1. Ziel der Studie

Die Studie hatte zum Ziel festzustellen, inwiefern der intersektorale Austausch zwischen Hausärzten und Zahnärzten durch den Einsatz eines digitalen Entscheidungsunterstützungssystem (*decision support system* im folgenden abgekürzt "DSS") verbessert werden kann. Insbesondere die Behandlung von Patienten, welche an Diabetes und/oder Parodontitis leiden stand im Fokus.

Die Studie beantwortet folgende Forschungsfragen:

1. Kann der intersektorale Austausch zwischen Hausärzten und Zahnärzten durch den Einsatz eines DSS verbessert werden?

2. Methode

Die Studie wurde aufgrund von einer Fallvignetten-Umfrage durchgeführt. Dies erlaubt eine möglichst praxisnahe Evaluierung des im Rahmen von AP4 entwickelten DSS. Wir haben für Hausärzte 3 und für Zahnärzte 6 Fälle erstellt, bei denen das DSS aktiv wird. Die Vignetten folgen einer fixen Struktur und unterscheiden sich in den Variablen, welche für den Zusammenhang zwischen Diabetes und Parodontitis und die entsprechende Behandlung relevant sind. Die Werte für die einzelnen Fälle wurden auf Grundlage des DSS Algorithmus ausgewählt. Die Tabellen 1 bis 3 geben einen Überblick zu den ausgewählten Fällen.

Variablengruppen	Fall A	Fall B	Fall C
Grund für den Besuch	Gesundheitsuntersuchung	Diabetes DMP	Erste Diabetes Behandlung
Beschwerden	Gewichtsverlust, Durst, Harndrang, Müdigkeit	Keine	Keine
Klinische Untersuchung	HbA1c Wert von 7.6%	HbA1c Wert von 7.8%	HbA1c Wert von 10.6%
Gesundheitliche Risikofaktoren	RaucherIn, fett- und zuckerhaltige Diät, geringe körperliche Aktivität, Fettleibigkeit	Leicht übergewichtig	Keine

Table 1: Fälle Hausarzt

Variablengruppen	Fall A	Fall B	Fall C
Grund für den Besuch	Vorsorgeuntersuchung	Vorsorgeuntersuchung	Parodontale Behandlung
Beschwerden	Zahnfleischbluten	Keine	Zahnfleischbluten
Chronische Erkrankungen	Keine bekannt	Keine Bekannt	Diabetes
Klinische Untersuchung	Bewegliche Zähne	Keine Befunde	Bewegliche Zähne, allgemeines <i>Bleeding on Probing</i> (BoP)
PSI Werte	PSI Wert von 4	PSI Wert von 2	NA
Gesundheitliche Risikofaktoren	RaucherIn, fett- und zuckerhaltige Diät, geringe körperliche Aktivität, Fettleibigkeit	RaucherIn, fett- und zuckerhaltige Diät, geringe körperliche Aktivität, Fettleibigkeit	Keine

Table 2: Fälle Zahnarzt (1)

Variablengruppen	Fall D	Fall E	Fall F
Grund für den Besuch	Vorsorgeuntersuchung	Vorsorgeuntersuchung	Parodontale Behandlung
Beschwerden	Zahnfleischbluten	Keine	Zahnfleischbluten
Chronische Erkrankungen	Diabetes	Diabetes	Diabetes
Klinische Untersuchung	Bewegliche Zähne	Keine Befunde	Bewegliche Zähne, BoP
PSI Werte	PSI Wert von 4	PSI Wert von 2	NA
Gesundheitliche Risikofaktoren	RaucherIn, fett- und zuckerhaltige Diät, geringe körperliche Aktivität, Fettleibigkeit	Keine	RaucherIn, fett- und zuckerhaltige Diät, geringe körperliche Aktivität, Fettleibigkeit

Table 3: Fälle Zahnarzt (2)

Die Evaluierung der Vignetten erfolgte durch eine online Umfrage. Diese wurde mit Limesurvey erstellt und auf einem Server des Instituts für Medizininformatik und Biometrie der Uniklinik Heidelberg gehostet. Die Verbindung zwischen Teilnehmer und Server war verschlüsselt und es wurden keine persönlichen Daten erhoben. Jeder Teilnehmer wurde mit 3 Fällen in einer zufälligen Reihenfolge konfrontiert. Bei einem zufällig ausgewählten Fall wurde der Teilnehmer durch Hinweise des DSS unterstützt. Die Umfrage wurde in Zusammenarbeit mit praktizierenden Ärzten entwickelt, um möglichst exakt den Praxisalltag zu repräsentieren. Dementsprechend wurde den Teilnehmern zu Beginn nur eine allgemeine Beschreibung des Falles angezeigt. Weiterführende Informationen und klinische Resultate mussten von den Teilnehmern explizit angefragt werden.

Illustration

Herr Wagner, 58 Jahre alt und leicht übergewichtig, kommt zu Ihnen in die Vorsorgeuntersuchung. Er hat gibt an, keine Beschwerden zu haben. Das folgende Foto gibt einen allgemeinen Eindruck der Zähne und der umliegenden Strukturen:



📌 Hinweis: Der Patient ist bekannter Diabetiker.

Illustration

Welche Schritte würden Sie als nächstes vornehmen?

- Anamnese
- Familienanamnese
- Technische Untersuchung
- Körperliche Untersuchung
- Laborwerte
- Pharmakotherapie
- Nichtmedikamentöse Maßnahmen
- Andere Therapeuten oder Behandler empfehlen / verschreiben
- Überweisung an Spezialisten
- Keine weiteren Schritte

📌 Hinweis: Bei Diabetes Patienten mit erhöhtem Parodontitisrisiko sind folgende Schritte empfohlen:

1. PatientIn über Risiko und gemeinsame Risikofaktoren für Parodontitis und Diabetes aufklären.
2. PatientIn empfehlen einen Zahnarzt zur parodontologischen Untersuchung aufzusuchen.
3. Überprüfung der Blutwerte und etwaige Anpassung der Medikation zur Unterstützung einer parodontologischen Behandlung.

Das Marktforschungsinstitut DocCheck Research wurde mit der Rekrutierung der Teilnehmer beauftragt. Teilnahmeberechtigt war jeder in Deutschland niedergelassene Hausarzt und Zahnarzt. Die Stichprobe erlaubt die Beantwortung der Studienfrage, aber erlaubt keine Urteile über die derzeitige Versorgungslage in Deutschland, da sie nicht repräsentativ ist.

Als Analyseergebnisse dienten auf Hausarztseite, die Empfehlung einen Zahnarzt aufzusuchen, sowie die Aufklärung über gemeinsame Riskofaktoren für Mund- und allgemeine Gesundheit. Auf Zahnarztseite waren die untersuchten Ergebnisse, die Empfehlung einen Allgemeinmediziner / Diabetologen aufzusuchen, die Aufklärung über Zusammenhänge zwischen Mund- und allgemeiner Gesundheit, sowie die Nachfrage nach dem HbA1c Wert.

Die statistische Auswertung erfolgte durch bivariate Vergleiche der Gruppen ohne bzw. mit DSS Unterstützung. Ein Pearson Chi-Quadrat-Test wurde benutzt um statistisch signifikante Unterschiede festzustellen.

3. Resultate

Insgesamt haben 206 Zahnärzte und 202 Hausärzte an der Studie teilgenommen. Insgesamt haben 20% der Hausärzte einen Zahnarztbesuch nach einem entsprechendem DSS Hinweis empfohlen. Ohne DSS waren es nur 3%. Bei den Zahnärzten haben 34% einen Besuch beim Hausarzt empfohlen nach einem Hinweis vom DSS. Ohne DSS nur 9%. Ähnliche Resultate sieht man auch bei der Aufklärung von Zusammenhängen zwischen Mund- und allgemeiner Gesundheit (DSS: 83% versus kein DSS: 62%), sowie beim Kontrollieren des HbA1c Wertes (DSS: 71% versus kein DSS: 55%). Tabelle 4 bis 8 zeigen die Ergebnisse für die einzelnen Vignetten in der Übersicht.

	Mit DSS Unterstützung (%)	Ohne DSS Unterstützung (%)	p-Wert
Fall A (n=120)	90	77.8	0.04
Fall B (n=108)	82.35	38.37	<0.00
Fall C (n=105)	95	80	0.03
Fall D (n=104)	87.49	73.02	0.08
Fall E (n=111)	74.19	82.5	0.33
Fall F (n=118)	93.33	90.91	0.68

Table 4: Anteil Zahnärzte, die über Zusammenhänge zwischen allgemeiner und Mundgesundheit aufklären

	Mit DSS Unterstützung (%)	Ohne DSS Unterstützung (%)	p-Wert
Fall A (n=120)	73.33	16.67	<0.00
Fall B (n=108)	70.59	6.98	<0.00
Fall C (n=105)	22.5	12.31	0.17
Fall D (n=104)	14.64	11.11	0.59
Fall E (n=111)	16.13	6.25	0.08
Fall F (n=118)	16.67	5.68	0.06

Table 5: Anteil Zahnärzte, die Hausarztbesuch empfehlen

	Mit DSS Unterstützung (%)	Ohne DSS Unterstützung (%)	p-Wert
Fall C (n=105)	75	61.54	0.15
Fall D (n=104)	68.29	46.03	0.02
Fall E (n=111)	77.42	48.75	<0.00
Fall F (n=118)	76.67	57.95	0.06

Table 6: Anteil Zahnärzte, die HbA1c Wert abfragen

Die Resultate zeigen, dass das DSS bei Patienten mit hohem Diabetesrisiko den größten Effekt hat. Das DSS könnte dementsprechend zur Erkennung von undiagnostizierten Diabetikern in der Zahnarztpraxis eingesetzt werden.

n=202	Mit DSS Unterstützung (%)	Ohne DSS Unterstützung (%)	p-Wert
Fall A	11.59	3.01	0.01
Fall B	21.74	1.5	<0.00
Fall C	28.13	4.35	<0.00

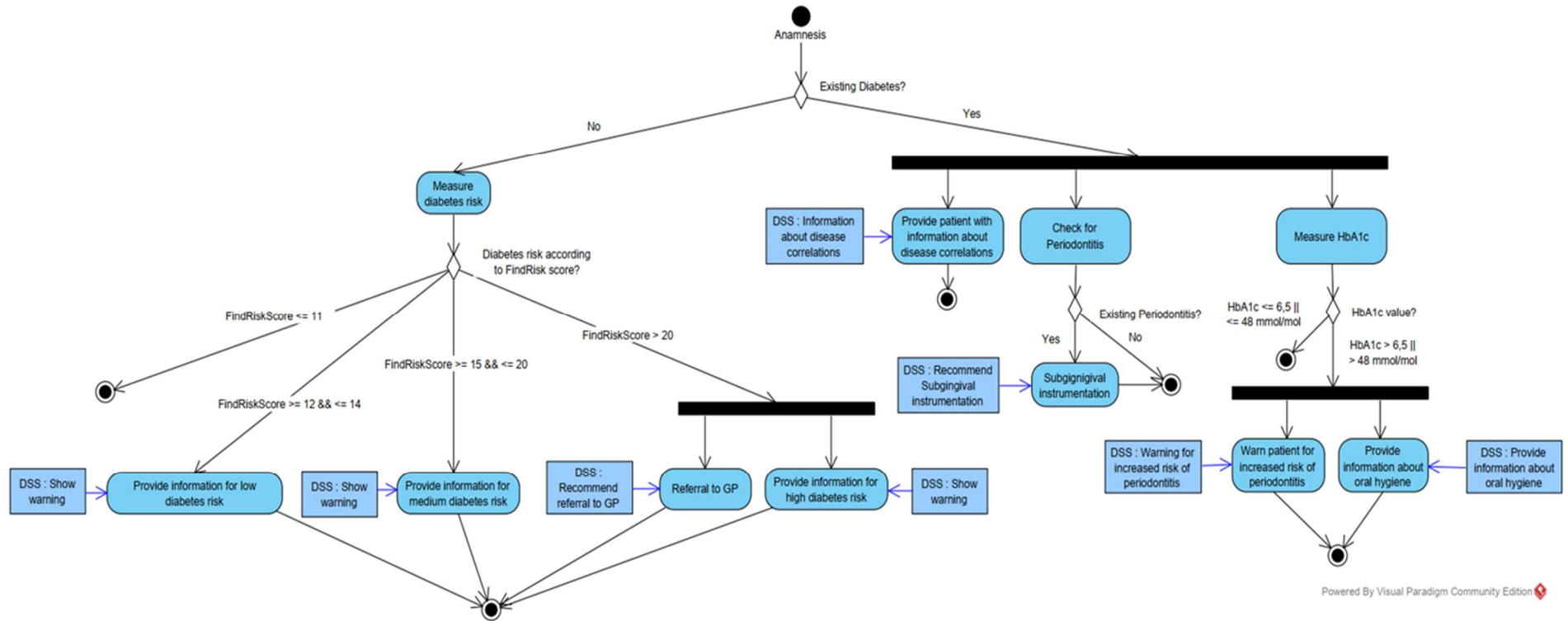
Table 7: Anteil Hausärzte, die einen Zahnarztbesuch empfehlen

n=202	Mit DSS Unterstützung (%)	Ohne DSS Unterstützung (%)	p-Wert
Fall A	53.62	57.89	0.56
Fall B	40.58	51.13	0.17
Fall C	62.5	65.94	0.63

Table 8: Anteil Hausärzte die über gemeinsame Risikofaktoren aufklären

Die Resultate belegen, dass ein DSS geeignet ist die intersektorale Zusammenarbeit zwischen Hausärzten und Zahnärzten zu stärken. Die Resultate deuten auch darauf hin, dass ein DSS je nach Fall einen unterschiedlichen Effekt hat. Um eine bestmögliche Versorgung der Patienten zu erreichen, sollte ein DSS zur Unterstützung der intersektoren Zusammenarbeit zwischen Hausärzten und Zahnärzten einen detaillierteren Fallbezug haben. Eine benutzerfreundliche Umsetzung und klar verständliche Hinweise sind wahrscheinlich ebenso für die Ausprägung der Verbesserung entscheidend.

Anlage: Kopien erfolgter Veröffentlichungen Entscheidungsbaum



Anlage: Inhalte der Patienten-App & Kurzhandbuch

Kurz-Handbuch zur Nutzung von Dent@Prevent-App-Inhalten

- Vor Implementierung und Nutzung von Inhalten der App soll der Betreiber ein Datenschutzkonzept erarbeiten und die Zustimmung des zuständigen Datenschutzbeauftragten einholen.
- Die Implementierung der App-Inhalte soll i.d.R. auf Tablet-PCs in niedergelassenen (Zahn-) Arztpraxen erfolgen und auf die kontextspezifischen Bedürfnisse abgestimmt werden. Alle relevanten Datenschutzbestimmungen sind einzuhalten.
- Das Praxispersonal klärt den Patienten über die Nutzung der App auf und dem Patienten wird eine Einwilligungserklärung zur Nutzung der App überreicht.
- Wenn der Patient die Einwilligungserklärung ausgefüllt hat, soll der Patient mittels Tablet-PC die Befragung im Wartebereich ausfüllen können.
- Hat der Patient die Beantwortung der Fragen abgeschlossen, soll der Fragebogen und die daraus abgeleiteten versorgungrelevanten Informationen anonym/temporär gespeichert werden und der Patient den Tablet-PC zum Gespräch mit dem Behandler mitnehmen, so dass Inhalte aus der App/Umfrage im (Zahn-)Arztgespräch berücksichtigt werden können.
- Nach dem Behandlungsgespräch soll die mittels App erhobene anonyme Information vollständig gelöscht werden.
- Die Nutzung der App ist freiwillig und kann jederzeit, ohne Angaben von Gründen und ohne Nachteile für die weitere medizinische Versorgung, zurückgezogen werden. In diesem Fall werden alle bisher eingegebenen Daten gelöscht. Zusätzlich ist das Praxispersonal dazu verpflichtet, in diesem Fall die Einwilligungserklärung zu vernichten.