Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität zu Köln
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
Direktorin: Universitätsprofessorin Dr. med. Dr. med. dent. Anna Greta Barbe

Mundgesundheit und Zusammenhänge mit Blutparametern bei hospitalisierten neurogeriatrischen Patienten ohne relevante systemische Entzündung

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Alicia Maria Meyer-Hofmann geb. Blasi
aus Landsberg am Lech

promoviert am 22.05.2025

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln
2025

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachterin: Universitätsprofessorin Dr. med. Dr. med. dent. A. G. Barbe
2. Gutachterin: Universitätsprofessorin Dr. med. Dr. M. C. Polidori Nelles

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Frau Prof. Dr. Dr. Anna Greta Barbe

An der dieser Arbeit zugrundeliegenden Publikation[1] waren außerdem beteiligt: Frau PD Dr. Sonja Derman, Frau Dr. Asha Kunnel, Frau Dr. Pantea Pape sowie Frau Prof. Dr. Gabriele Röhrig-Herzog.

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die in dieser Arbeit angegebenen Untersuchungen und der daraus entstandene Datensatz sind nach entsprechender Anleitung und Supervision durch Frau Prof. Dr. Dr. Anna Greta Barbe und Frau Prof. Dr. Gabriele Röhrig-Herzog von mir selbst ausgeführt und ausgewertet worden.

Die in der Klinik für Neurologische und Fachübergreifende Frührehabilitation des Cellitinnen-Krankenhauses St. Marien durchgeführten Untersuchungen habe ich unter Aufsicht der Stationsärzte Frau Dr. Asha Kunnel und Frau Dr. Pantea Pape vorgenommen.

Bei der hier vorliegenden Doktorarbeit handelt es sich um eine kumulative Promotion. Die Ergebnisse wurden bereits zuvor veröffentlicht (Blasi A, Derman S, Kunnel A, Pape P, Röhrig G, Barbe A. Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study. Geriatrics [Basel]. 2024;9[3]). Die Beiträge der beteiligten Autoren sind detailliert in der Publikation[1] aufgeführt.

Die in dieser Arbeit verwendeten intraoralen Fotografien stammen aus der Routinebehandlung von Patienten der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universitätsklinik Köln. Von allen Patienten, deren Bilder in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden, liegen Einverständniserklärungen zur Veröffentlichung für wissenschaftliche Zwecke vor.

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern die männliche Form verwendet. Diese Begriffe sind geschlechtsneutral zu verstehen und beziehen sich auf alle Geschlechter gleichermaßen.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 24.01.2025

Unterschrift: Aus datenschutztechnischen Gründen erfolgt keine Veröffentlichung meiner Unterschrift in der elektronischen Fassung dieser Arbeit.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Dr. Greta Barbe für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie für die hervorragende Betreuung bei der Durchführung des Projektes und die stetige Unterstützung bei der Erstellung des Manuskriptes.
Ebenso danke ich Frau PD Dr. Sonja Derman und Frau Prof. Dr. Gabriele Röhrig-Herzog für ihre wertvolle fachliche Unterstützung. Mein Dank gilt außerdem Frau Dr. Asha Kunnel und Frau Dr. Pantea Pape für ihre Hilfe bei der Patientenrekrutierung.

Abschließend möchte ich meiner Familie danken. Danke, Mama und Papa, für eure bedingungslose Unterstützung, die weit über meinen beruflichen Weg hinausgeht. Danke, Moritz, für deine Geduld, deinen Rückhalt und deine Motivation. Danke, Michael, für deine Neugier und das sorgfältige Korrekturlesen.

Für meine Großeltern.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 8

1. ZUSAMMENFASSUNG 9

2. EINLEITUNG 10

2.1. Demografische Entwicklung Deutschland 10

2.2. Phasen des Alters 11
2.2.1. Biologische Alterungsprozesse 11
2.2.2. Gebrechlichkeit und Robustheit 11
2.2.3. Alterungsverläufe 12

2.3. Mundgesundheit im Alter 13
2.3.1. Orale Transition 13
2.3.2. Physiologische Alterungsprozesse im Mund 14
2.3.3. Parodontitis 14
2.3.4. Mundtrockenheit 16
2.3.5. Wurzelkaries 16
2.3.6. Mundhygiene 17
2.3.7. Pflegebedarf in Deutschland aus zahnmedizinischer Sicht 17

2.4. (Altersrelevante) Zusammenhänge von Parodontitis und Allgemeingesundheit 18
2.4.1. Kommunikationswege 19
2.4.2. Parodontitis und Pneumonie 19
2.4.3. Parodontitis und neurodegenerative Erkrankungen 20
2.4.4. Parodontitis und Ernährung 21
2.4.5. Parodontitis und Gebrechlichkeit 21
2.4.6. CRP im Zusammenhang oraler Entzündungen und systemischer Erkrankungen 21

2.5. Altersbedingte Veränderungen des Immunsystems 22
2.5.1. Immunoseneszenz 22
***2.5.2. Inflammaging* 22**

2.6. Der neurogeriatrische Patient aus zahnmedizinischer Sicht 22
2.6.1. Neurogeriatrische Patienten 22
2.6.2. Zahnmedizinische Besonderheiten neurogeriatrischer Patienten 23
2.6.3. Ambulante und stationäre zahnmedizinische Versorgung geriatrischer Patienten 24
2.6.4. Barrieren in der Forschung bei (neuro-)geriatrischen Patienten 25

2.7. Fragestellungen und Ziel der Arbeit 26

3. PUBLIKATION: ORAL HEALTH AND THE ASSOCIATION WITH BLOOD PARAMETERS IN NEUROGERIATRIC INPATIENTS WITHOUT RELEVANT SYSTEMIC INFLAMMATION: AN OBSERVATIONAL STUDY 27

4. DISKUSSION 40

4.1. Zusammenfassung der Ergebnisse 40

4.2. Auswahl Studienpopulation 40

4.3. Klinisch zahnmedizinische Untersuchung 40

4.4. *Inflammaging*, Immunoseneszenz und Parodontitis 41

4.5. Implikation für die tägliche Versorgung: Zahnmedizin in der neurogeriatrischen Frührehabilitation 42

4.6. Limitationen 43
4.6.1. Rekrutierungsschwierigkeiten und identifizierte Barrieren 43
4.6.2. Fehlende Kontrollgruppe 44
4.6.3. Laborchemische Blutparameter und Mundgesundheit 44

4.7. Schlussfolgerung 45

5. LITERATURVERZEICHNIS 46

6. ANHANG 55

6.1. Abbildungsverzeichnis 55

6.2. Tabellenverzeichnis 55

Abkürzungsverzeichnis

BMV-Z	Bundesmantelvertrag für Zahnärzte
BOP	*Bleeding on Probing* (Bluten auf Sondierung)
CAP	*Community acquired pneumonia* (ambulant erworbene Pneumonie)
CRP	C-reaktives Protein
DMS V	Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie
DNQP	Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege
hs-CRP	Hochsensitives C-reaktives Protein
IL	Interleukin
MMP	Matrix-Metallo-Proteinase
ST	Sondierungstiefe
TNF	Tumornekrosefaktor

1. Zusammenfassung

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine kumulative Promotion handelt, orientiert sich die Zusammenfassung am *Abstract* der dieser Arbeit zugrundeliegenden Publikation[1], deren alleinige Erstautorin ich bin.

Aufgrund der demografischen Entwicklung und der damit verbundenen oralen und systemischen Veränderungen sowie verbesserter Präventionsstrategien verschieben sich medizinische und zahnmedizinische Probleme wie (Wurzel-)Karies und Parodontitis zunehmend in höhere Lebensphasen. Insbesondere neurogeriatrische Patienten gelten hier als vulnerable Gruppe. Gerade die Parodontitis spielt eine zentrale Rolle bei proinflammatorischen Zuständen, die chronische Erkrankungen beeinflussen oder auslösen können. Bislang werden zahnärztliche Untersuchungen im Krankenhaus nicht routinemäßig durchgeführt und es liegen nur wenige Daten zur Mundgesundheit von stationären neurogeriatrischen Patienten vor. Ziel dieser Arbeit ist es, die Mundgesundheit dieser Patienten zu untersuchen und den Zusammenhang mit dem systemischen Gesundheitszustand anhand routinemäßig erhobener Blutparameter zu analysieren. In einer prospektiven Beobachtungsstudie wurden N = 30 Patienten > 70 Jahre, die sich in stationärer neurologischer Frührehabilitation befanden, zwischen September 2021 und Oktober 2022 untersucht. Eingeschlossen wurden Patienten ohne systemische Entzündung (CRP ≤ 5 mg/dl). Zu den erhobenen Parametern gehörten demografische und allgemeinmedizinische Daten aus der Patientenakte, routinemäßig erhobene Blutwerte, die den Entzündungsstatus, die Anämie und den Ernährungszustand repräsentieren, sowie der Status der Mundgesundheit und der Mundhygiene. Die Patienten mit durchschnittlich 18 ± 7 eigenen Zähnen zeigten Mundgesundheits- und Mundhygieneprobleme mit erhöhten Plaque-Indices (2,5 ± 0,4) und erhöhter Blutung auf Sondierung (26 ± 17 %). Bei 24 Patienten (80 %) wurde eine Parodontitis diagnostiziert. Die Laborparameter für Entzündung, Ernährung und Anämie korrelierten nicht mit den Parametern für Mundhygiene und orale Entzündung (alle $p > 0,05$). Die Anzahl der Zähne korrelierte (Spearmans Rangkorrelationskoeffizient $r_s = 0,524$; $p = 0,003$) mäßig mit dem Gesamtprotein. Hochrisikopatienten in der Neurogeriatrie weisen also unabhängig von den Laborparametern eine eingeschränkte Mundgesundheit und Mundhygiene auf und stellen eine Hochrisikopopulation für Mundgesundheitsprobleme dar. Dies sollte bei der zukünftigen interprofessionellen Therapieplanung berücksichtigt werden. In dieser heterogenen, multimorbiden geriatrischen Population mit altersbedingten Veränderungen des Immunsystems (*Inflammaging* und Immunoseneszenz) sind Routinelaborparameter nicht ausreichend, um Zusammenhänge zwischen Mundgesundheit und Allgemeingesundheit zu erkennen.

2. Einleitung

2.1. Demografische Entwicklung Deutschland

Die Demografie der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland zeigt in den vergangenen Jahren einen Wandel der Altersstruktur mit einem steigenden Anteil der älteren gegenüber der jüngeren Bevölkerung.[2] Die Veränderung der Altersstruktur ist auf die steigende Lebenserwartung bei gleichzeitig sinkender Geburtenrate in Deutschland zurückzuführen. Der positive Wanderungssaldo, definiert als Differenz zwischen Zuzügen nach und Fortzügen aus Deutschland, wirkt diesem Trend nur geringfügig entgegen.[3]

Im Jahr 2023 waren 29,8 % der Bevölkerung 60 Jahre oder älter. Das entspricht rund 25,2 Millionen Menschen.[4] Vorausberechnungen zeigen, dass der Anteil der älteren Bevölkerung in Deutschland auch in Zukunft zunehmen wird (Abbildung 1). Als Basis für die Vorausberechnung dienen die Zahlen des Jahres 2021. Zu diesem Zeitpunkt betrug der Anteil der 67-Jährigen und Älteren an der Gesamtbevölkerung rund 20 %. Das entspricht einer Anzahl von 16,4 Millionen Menschen. Bis zum Ende des Jahres 2040 wird für diese Altersgruppe in den Berechnungsvarianten 1 bis 5 jeweils ein Anstieg auf über 20 Millionen Menschen prognostiziert. In Abhängigkeit von der zugrundeliegenden Berechnungsvariante liegt der prozentuale Anteil dieser Altersgruppe zwischen 23 % und 26 %.[5]

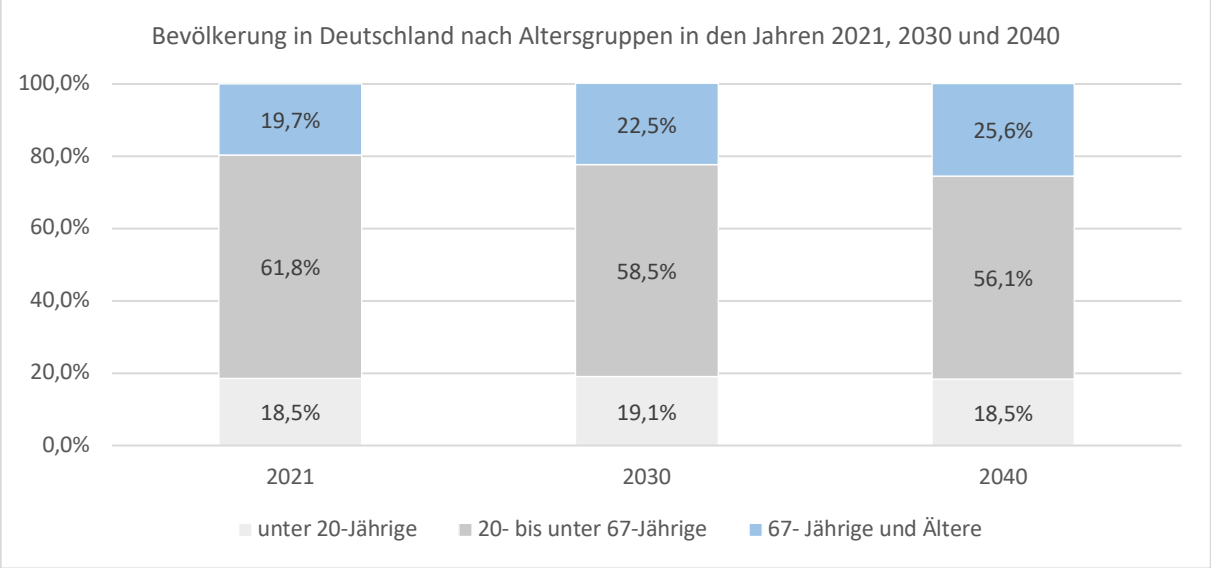

Abbildung 1 Bevölkerung in Deutschland nach Altersgruppen in den Jahren 2021, 2030 und 2040. Für die Jahre 2030 und 2040 sind die Ergebnisse der 15. koordinierten Vorausberechnung nach Variante 1 (G2-L2-W1) dargestellt.[5]

Die demografische Entwicklung und Alterung der Gesellschaft spiegeln sich auch in der seit Jahren kontinuierlich steigenden Zahl pflegebedürftiger Menschen wider. Im Jahr 2021 waren es 4,9 Millionen pflegebedürftige Menschen, von denen 84 % überwiegend zu Hause durch

Angehörige gepflegt wurden. Bis Ende 2035 wird ein Anstieg Pflegebedürftiger auf 5,6 Millionen und bis Ende 2055 auf 6,8 Millionen prognostiziert.[6]

Die soziale Pflegeversicherung in Deutschland ist im Elften Buch des Sozialgesetzbuchs geregelt und gewährt verschiedene Formen und Einrichtungen der Pflege und der Betreuung. In Anbetracht des demografischen Wandels steht die Pflegeversicherung vor finanziellen Herausforderungen, die durch steigende Pflegekosten verschärft werden. Das im Jahr 2023 verabschiedete Pflegeunterstützungs- und -entlastungsgesetz zielt darauf ab, die Pflegeversicherung in Deutschland zu stärken und Pflegebedürftige sowie ihre Angehörigen zu entlasten.[7] Seit dem 1. Juli 2023 beträgt der Beitragssatz zur sozialen Pflegeversicherung 3,4 % des Bruttoeinkommens. Kinderlose zahlen einen Zuschlag von 0,6 %, sodass ihr Beitragssatz bei 4,0 % liegt.[8]

2.2. Phasen des Alters

Das Altern ist ein heterogener und multifaktoriell beeinflusster Prozess. Dabei gibt es keine eindeutige Trennung zwischen reinen Alterserscheinungen und den Auswirkungen einer chronisch fortschreitenden Organerkrankung. Im Zusammenhang mit den Phasen des Alterns soll nachfolgend auf das biologische Alter, Gebrechlichkeit, Robustheit und potenzielle Verläufe des Alterns eingegangen werden.

2.2.1. Biologische Alterungsprozesse

Die altersphysiologischen Prozesse resultieren in nicht linearen Veränderungen sämtlicher Organsysteme, die mit einer Beeinträchtigung der Funktionalität sowie einer erhöhten Anfälligkeit für Erkrankungen einhergehen und letztlich zum Tode führen.[9] Davon betroffen sind vor allem das Herz-Kreislauf-System[10] (Hypertonie, Herzinsuffizienz, koronare Herzkrankheit), das zentrale Nervensystem mit neurodegenerativen Erkrankungen[11] (Morbus Parkinson, Morbus Alzheimer) sowie das muskuloskelettale System[12] (Sarkopenie, Osteoporose, Arthrose). Die Geschwindigkeit, mit der sich diese Veränderungen vollziehen, ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich und hängt von den betroffenen Organsystemen sowie von individuellen Risiko- und Umweltfaktoren ab.

2.2.2. Gebrechlichkeit und Robustheit

Gebrechlichkeit (*Frailty*) ist ein geriatrisches Syndrom, das durch eine erhöhte Empfindlichkeit älterer Menschen gegenüber äußeren Stressfaktoren wie Krankheit und Überlastung gekennzeichnet ist.[13] Eine weltweit einheitliche Klassifikation der Gebrechlichkeit existiert nicht. Der *physical frailty phenotype* nach Fried[13] stellt das am weitesten verbreitete Instrument zur Beurteilung der Gebrechlichkeit dar.[14] Nach Fried[13] lassen sich fünf Leitsymptome von Gebrechlichkeit unterschieden (Tabelle 1). Bei einem oder zwei Leitsymptomen wird von Prä-Gebrechlichkeit gesprochen, bei drei oder mehr Leitsymptomen von Gebrechlichkeit. Eine mögliche

Folge von Gebrechlichkeit kann Pflegebedürftigkeit mit Abhängigkeit von Dritten sein, die sich aus der Abnahme der körperlichen Ressourcen und Fähigkeiten ergibt.

Tabelle 1 Leitsymptome von Gebrechlichkeit nach Fried (2001)[13].

Merkmale der Gebrechlichkeit	Vertiefung der Kriterien
Gewichtsverlust	Ungewollt mehr als 5 kg in den letzten 5 Monaten (> 5 % in 3 Monaten oder > 10 % in 6 Monaten)[15]
Abnahme Körperkraft	Handkraftmessung mit ≤ 20 % der Kraft (gegenüber der Vergleichspopulation)
Erschöpfung	Subjektiv empfunden
Langsamkeit	5 m Gehstrecke mit ≤ 20 % der Geschwindigkeit (gegenüber der Vergleichspopulation)
Aktivitätsdefizit	≤ 20 % kcal/Woche, Männer: < 383 kcal/Woche, Frauen: < 270 kcal/Woche

Im Zusammenhang mit dem Altern bezieht sich der Begriff ‚Robustheit' auf die Fähigkeit älterer Menschen, ihre physiologische Stabilität zu erhalten und effektiv auf Stressfaktoren zu reagieren, um ihre funktionelle Unabhängigkeit zu bewahren.[16]

2.2.3. Alterungsverläufe

Bedingt durch die Heterogenität von Alterungsprozessen, basierend auf individuellen Risiko- und Umweltfaktoren, ergeben sich unterschiedlichste Verläufe des Alterns, sodass das biologische Alter nicht immer dem kalendarischen entspricht.[17,18] So haben Menschen mit höherer Robustheit und geringerer Gebrechlichkeit eine höhere Wahrscheinlichkeit, gesund zu altern. Etwaige körperliche Einschränkungen und eine mögliche Pflegebedürftigkeit manifestieren sich beim gesunden bzw. normalen Altern lediglich in den letzten Lebensmonaten.[16]
Eine demenzielle Erkrankung ist durch einen raschen Krankheitsverlauf gekennzeichnet, der zu einer Reihe von körperlichen Einschränkungen und einer daraus resultierenden lang andauernden Pflegebedürftigkeit führt (Abbildung 2). Unter Berücksichtigung extra- und intraindividueller Faktoren, beispielsweise therapeutischer Maßnahmen im Sinne einer medikamentösen Therapie, kann auch eine Verbesserung der Vitalität erreicht werden.[19]

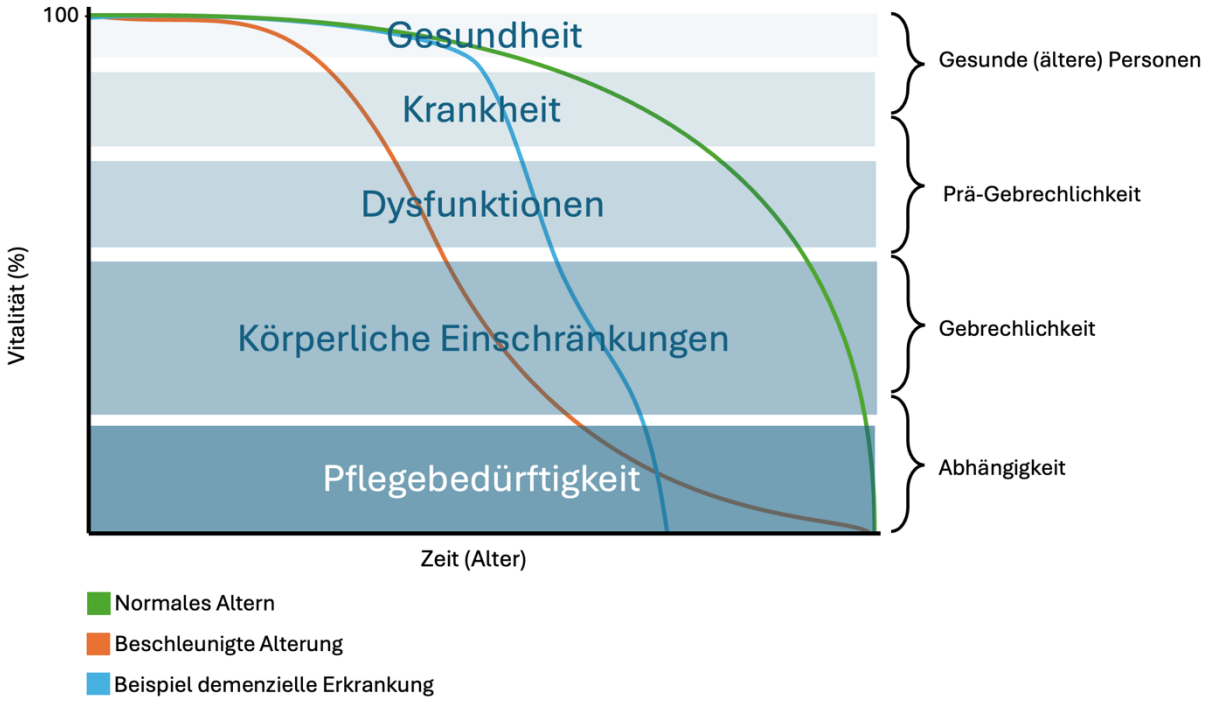

Abbildung 2 Vereinfachte Darstellung von verschiedenen Phasen des Alterns und typischen Altersverläufen. Modifiziert nach Zglinicki und Nikolaus (2007)[19].

2.3. Mundgesundheit im Alter

Präventionsangebote und -erfolge haben in den vergangenen Jahren zu einem Rückgang der Kariesprävalenz geführt. Dies ermöglicht den Erhalt der eigenen Zähne bis ins hohe Alter, sodass immer weniger ältere Menschen vollständig zahnlos sind. In Verbindung mit einer verbesserten allgemeinmedizinischen Versorgung führt dies zu einer Morbiditätskompression. Mundgesundheitsprobleme wie (Wurzel-)Karies und Parodontitis verlagern sich in die höheren Lebensphasen.[20,21] Zudem bedürfen Lückensituationen komplexer prothetischer oder auch implantologischer Versorgungen, die bei bestehender Multimorbidität nicht trivial umzusetzen sind.

2.3.1. Orale Transition

Die Phasen des Alterns mit ihren allgemeinmedizinischen Veränderungen wirken sich auch auf die Mundgesundheit aus. Analog zu den Altersphasen von fit und selbstständig bis hin zu gebrechlich und pflegebedürftig lassen sich auch Veränderungen der Mundgesundheit mit unterschiedlichen zahnmedizinischen Bedürfnissen feststellen.[22] Zudem nimmt die regelmäßige Inanspruchnahme präventiver zahnärztlicher Leistungen ab und Zahnarztbesuche erfolgen oftmals zunehmend beschwerdeorientiert.[21,23] Bei gesunden älteren Menschen, die in der Lage sind, ihre Mundhygiene selbstständig aufrechtzuerhalten, und die regelmäßig zahnärztliche Prophylaxekonzepte in Anspruch nehmen, ist in der Regel keine Unterversorgung im zahnmedizinischen Bereich festzustellen.[24] Mit dem Fortschreiten der Gebrechlichkeit nimmt

die zahnmedizinische Versorgungslücke zu, während die Abhängigkeit von der Unterstützung durch Dritte bei der Durchführung der Mundhygiene wächst.[22,25]

2.3.2. Physiologische Alterungsprozesse im Mund

Biologische Alterungsprozesse sind auch in der Mundhöhle und im orofazialen System feststellbar. Die altersbedinge natürliche Abnutzung der Zähne resultiert in einer Reduktion der Schmelzdicke um mehr als ein Drittel bei Personen über 65 Jahren.[26] Altersassoziierte Veränderungen des Dentins umfassen die Verkleinerung der Dentintubuli durch Sklerosierung (sekundäres Dentin) sowie die Bildung von Tertiärdentin und resultieren in einem erhöhten Mineralgehalt.[27]

Altersbedingte Veränderungen sind auch am Zahnhalteapparat, dem Parodontium, festzustellen. Beim Wurzelzement kommt es zu einer Dickenzunahme und die Breite des parodontalen Ligaments nimmt ab. Aufgrund der starken Abhängigkeit des Knochenstoffwechsels vom Hormonstatus kommt es im Alter zu einer Veränderung des Alveolarknochens mit Zunahme der Knochenresorption.[28,29] Inwiefern die beschriebenen Veränderungen zu einer physiologischen, altersbedingten Reduktion des parodontalen Attachments führen und wie groß dieser Effekt ist, konnte bislang nicht geklärt werden. Alternativ könnte angenommen werden, dass das biologische Altern lediglich das Risiko eines parodontalen Krankheitsprozesses erhöht.[30,31]

Auch orofazial lässt sich eine altersbedingte Sarkopenie mit einem Kaukraftverlust feststellen, die eine größere Anzahl an Kaubewegungen notwendig macht.[32] Dies kann mit zusätzlichen Faktoren wie reduzierter Zahnanzahl, unzureichendem zahnmedizinischem Versorgungszustand, (medikamentenassoziierter) Hyposalivation und reduzierter kognitiver Funktion zu einer Umstellung der Ernährungsgewohnheiten und einer Reduktion von kauintensiver Nahrung führen.[33,34]

Zusätzlich zu den physiologischen Veränderungen in der Mundhöhle können (altersbedingte) Allgemeinerkrankungen direkte und indirekte Auswirkungen auf das orale System haben. Im Folgenden wird auf die drei häufigsten altersbedingten oralen Erkrankungen eingegangen.

2.3.3. Parodontitis

Die Parodontitis ist eine chronisch entzündliche Erkrankung, deren Genese durch multiple Faktoren beeinflusst wird. Zu den relevanten Einflüssen zählen epigenetische Faktoren, Umweltfaktoren, Medikamente sowie das individuelle Verhalten und die (Mund-)Gesundheitskompetenz.[35] Parodontale Erkrankungen lassen sich durch eine fortschreitende Destruktion des Zahnhalteapparats charakterisieren. Pathophysiologisch liegt ein dysbiotischer Biofilm zugrunde, der inflammationsbedingt zu Knochenabbau und Verlust von klinischem Attachment

führen kann (Abbildung 3).[36] Klinisch feststellbar sind Zahnfleischrückgang, erhöhte Sondierungstiefen (ST) und Blutung bei Sondierung (*bleeding on probing*, BOP) als Indikator für Entzündung im parodontalen Gewebe.[37,38] Parodontitis gehört weltweit zu den häufigsten chronischen Erkrankungen und die Prävalenz steigt mit zunehmendem Alter.[21,39,40] Bei jüngeren Erwachsenen und jüngeren Senioren zeigt die Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V)[21] einen Rückgang der Parodontalerkrankungen. Dennoch ist bei jedem zweiten jüngeren Senior (65–74 Jahre) eine Parodontitis feststellbar, jeder fünfte leidet sogar an einer schweren Form. Bei den älteren Senioren (75–100 Jahre) sind 90 % betroffen, häufig moderat bis schwer. Zahnfleischentzündungen und schwere Parodontalerkrankungen sind bei älteren Menschen mit Demenz häufiger als bei Patienten ohne Demenz.[41,42]

Parodontale Pathogene beeinflussen das Entzündungsgeschehen des Körpers nicht nur lokal, sondern auch systemisch. Zahlreiche Forschungsarbeiten der letzten Jahre befassen sich daher mit den Assoziationen von Parodontitis und anderen systemischen Erkrankungen. Auf die altersrelevanten Zusammenhänge wird in Abschnitt 2.4 (Altersrelevante) Zusammenhänge von Parodontitis und Allgemeingesundheit eingegangen.

Abbildung 3 Parodontal vorgeschädigtes Gebiss eines 71-Jährigen mit klinischem Attachmentverlust und dadurch freiliegenden Zahnhälsen.

2.3.4. Mundtrockenheit

Speichel spielt eine wesentliche Rolle bei der Aufrechterhaltung der Mundgesundheit und -funktion. Neben den antifugalen und kariesprotektiven Eigenschaften des Speichels ist dieser auch von essenzieller Bedeutung für die Funktionen des Sprechens, des Kauvorgangs und des Schluckens.[43,44] Subjektiv empfundene (Xerostomie) und objektiv messbare Mundtrockenheit (Hyposalivation) können die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität negativ beeinflussen.[45] Die Entstehung von Hyposalivation ist durch eine Vielzahl von Risikofaktoren bedingt, die sich im Alter akkumulieren. Zu den Risikofaktoren zählen physiologische Veränderungen der Speicheldrüsen, Polymedikation, Bestrahlungen im Kopf-Hals-Bereich und Autoimmunerkrankungen wie das Sjögren-Syndrom. Auch eine unzureichende Flüssigkeitszufuhr kann temporär verantwortlich sein.[46-48]

2.3.5. Wurzelkaries

Die Entstehung von (Wurzel-)Karies wird ebenfalls durch eine Vielzahl von Faktoren begünstigt, deren Auftreten im Alter signifikant erhöht ist. Dazu zählen beispielsweise unzureichende Mundhygiene, Hyposalivation und zuckerhaltige Ernährung, wie sie im Alter und insbesondere in Pflegeeinrichtungen häufig ist.[49,50] Neben den bereits erwähnten Risikofaktoren stellen der Verlust des parodontalen Attachments und die daraus resultierende Exposition der Wurzelfläche wesentliche Faktoren bei der Entstehung von Wurzelkaries dar (Abbildung 4).[51]

Abbildung 4 Parodontal vorgeschädigtes Gebiss eines 65-Jährigen mit klinischem Attachmentverlust und freiliegenden Zahnhälsen, unversorgten Lücken, Biofilm und aktiven Wurzelkariesläsionen.

2.3.6. Mundhygiene

Die effektive Beseitigung des dentalen Biofilms ist die wirksamste Methode zur Prävention oraler Erkrankungen.[52,53] Altersbedingte Erkrankungen mit körperlichen und kognitiven Veränderungen wirken sich erheblich auf die Mundhygiene aus. Kognitive Beeinträchtigungen, wie sie beispielsweise bei Morbus Alzheimer auftreten, gehen mit Gedächtnisverlust, Verwirrung und der Unfähigkeit einher, Routineaufgaben zu erledigen. Sie führen dazu, dass Menschen mit Demenz die Zahnpflege vernachlässigen oder Mundpflege durch Dritte ablehnen.[42,54,55] Motorische Einschränkungen, z. B. nach einem Schlaganfall oder bei Morbus Parkinson, erschweren die Handhabung von Zahnbürsten und Hilfsmitteln zur Zwischenraumreinigung.[56-58] Auch Altersdepression und Einsamkeit können zu einer Vernachlässigung der Mundhygiene führen, da die Motivation fehlt und der Zugang zur zahnärztlichen Versorgung eingeschränkt sein kann.[59-61]

2.3.7. Pflegebedarf in Deutschland aus zahnmedizinischer Sicht

Die Ergebnisse der DMS V[21] zeigen deutliche Unterschiede im Mundhygieneverhalten und in der zahnmedizinischen Versorgung zwischen pflegebedürftigen und nicht pflegebedürftigen Senioren. Dies zeigt sich sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Senioren. Pflegebedürftige Senioren putzen sich seltener die Zähne und der Anteil derjenigen, die sich nie die Zähne putzen, ist bei den pflegebedürftigen älteren Senioren mit 3,1 % am höchsten. Jüngere Senioren mit und ohne Schwerbehinderung gehen überwiegend kontrollorientiert zum Zahnarzt (89,1 % bzw. 89,6 %). Dieser Anteil nimmt bei pflegebedürftigen älteren Senioren stark ab (38,7 %). Zahnärztliche Dienstleistungen werden von ihnen häufiger beschwerdeorientiert in Anspruch genommen (61,3 %).

Auch die BOP-Werte weisen deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Der höchste Prozentwert ist mit 64,3 % bei den pflegebedürftigen älteren Senioren zu verzeichnen. Bei den jüngeren Senioren sind die Werte mit 37,6 % im Vergleich zwar am niedrigsten. Werden diese jedoch in die Klassifikation der parodontalen und der gingivalen Gesundheit und Zustände im intakten und reduzierten Parodont von Chapple et al.[62] eingeordnet, so entspricht dies auch bei den jüngeren Senioren einer schweren gingivalen Entzündung. Tabelle 2 gibt einen Überblick über zahnmedizinische Aspekte von jüngeren und älteren Senioren mit und ohne Schwerbehinderung bzw. Pflegebedarf.

Tabelle 2 Gegenüberstellung Mundhygiene und zahnmedizinische Versorgung für jüngere und ältere Senioren mit und ohne Pflegebedarf, modifiziert aus der DMS V[21].

Kategorie	Jüngere Senioren (65–74 Jahre)		Ältere Senioren (75–100 Jahre)	
	gesamt	mit Schwerbehinderung	gesamt	mit Pflegebedarf
Zähneputzen (%)				
≥ 2x täglich	84,1	78,0	75,5	67,9
nie	0,2	0,0	1,0	3,1
Zahnarztbesuch in den letzten 12 Monaten (%)	86,8	81,9	73.9	52.7
Zahnlosigkeit (%)	12.0	22.7	32.8	53.7
Behandlungsbedarf (%)	9,4	18,3	17,0	30,8
Mittlere ST (mm)	2,8	2,9	2,8	2,8
BOP (%)	37,6	43,1	46,5	64,3
Inanspruchnahme zahnärztlicher Dienstleistungen (%)				
beschwerdeorientiert	10,4	10,9	38,4	61,3
kontrollorientiert	89,6	89,1	61,6	38,7

ST, Sondierungstiefe; BOP, Bleeding on Probing.

2.4. (Altersrelevante) Zusammenhänge von Parodontitis und Allgemeingesundheit

Mundgesundheit und allgemeine Gesundheit sind eng miteinander verbunden. Nicht nur das Altern hat Auswirkungen auf die Mundgesundheit, sondern die Mundgesundheit zeigt ebenfalls Zusammenhänge mit dem allgemeinen Gesundheitszustand. Bei der Betrachtung der Assoziationen zwischen oralen und systemischen Erkrankungen steht insbesondere die Parodontitis im Vordergrund. Proinflammatorische Zustände, die eine andere chronische Erkrankung beeinflussen und/oder auslösen können, bilden die Grundlage für Zusammenhänge.[63] Es gibt zahlreiche Belege für Assoziationen zwischen Parodontitis und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, rheumatoider Arthritis und chronisch entzündlichen Darmerkrankungen.[64,65] Im Folgenden wird der Fokus auf weitere, insbesondere altersrelevante Zusammenhänge zwischen Parodontitis und Allgemeinerkrankungen wie Aspirationspneumonie und neurodegenerative Erkrankungen (insbesondere Morbus Alzheimer), Ernährung sowie Gebrechlichkeit gelegt.

2.4.1. Kommunikationswege

Die Besiedlung der Mundhöhle ermöglicht Mikroorganismen vielfältige Interaktionsmöglichkeiten mit dem gesamten Körper. Dabei kann zwischen direkten (Aspiration, Verschlucken, Translokation) und indirekten Kommunikationswegen (Immunmodulation, Entzündungsmediatoren) unterschieden werden.[66] Über das entzündlich geschädigte Epithel der parodontalen Tasche können parodontale Pathogene, Antigene und von ihnen freigesetzte Toxine direkt in den Blutkreislauf übertreten (Translokation). Darüber hinaus reagieren Gewebezellen im Epithel auf parodontale Mikroorganismen, indem sie Entzündungsmediatoren wie Tumornekrosefaktor (TNF) α und Interleukin (IL) 1β produzieren.[67] Auch diese gelangen in den Blutkreislauf und können so die systemische Entzündungsreaktion direkt auslösen oder beeinflussen. Der erhöhte Spiegel von entzündlichen Zytokinen (IL-1β, IL-6, IL-17, TNF-α) und C-reaktivem Protein (CRP) im Serum von Parodontitispatienten spielt eine Rolle bei der endothelialen Dysfunktion.[68] Abbildung 5 gibt einen Überblick über Mechanismen, durch die intraorale Mikroorganismen die systemische Gesundheit beeinflussen.

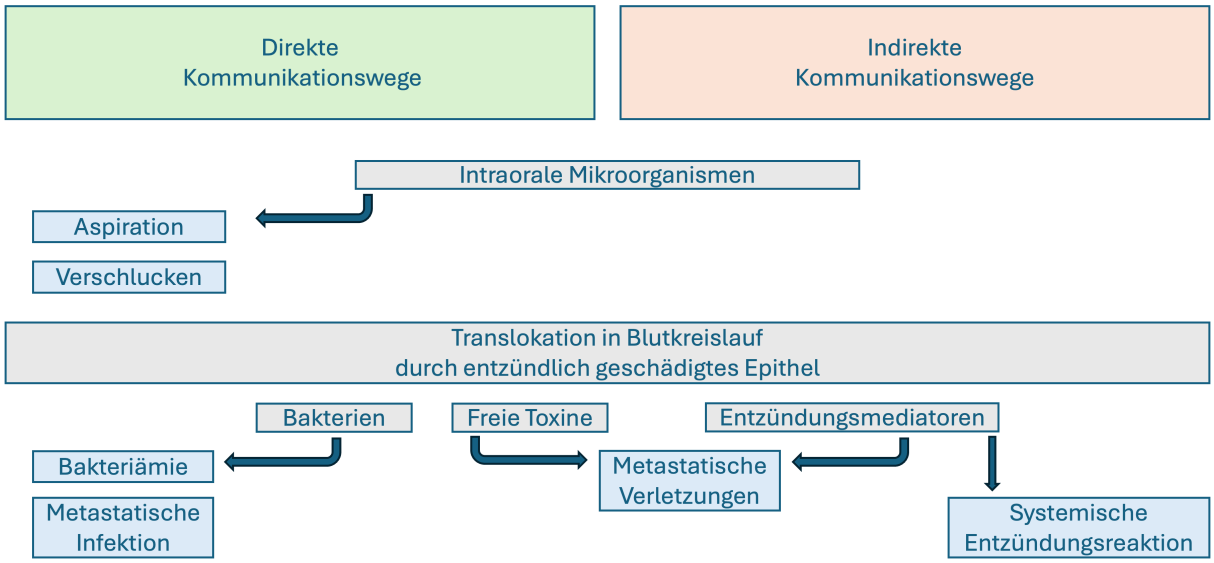

Abbildung 5 Kommunikationswege oraler Pathogene im menschlichen Körper. Modifiziert nach Pizzo et al. (2010)[66].

2.4.2. Parodontitis und Pneumonie

Die Pneumonie ist eine Entzündung des Lungenparenchyms, meist hervorgerufen durch Bakterien, die in die Lungenalveolen eindringen.[69] Es wird zwischen ambulanten und nosokomialen Pneumonien unterschieden. Zu den ambulant erworbenen Pneumonien zählen die im Senioren- bzw. Pflegeheim erworbenen Pneumonien (*nursing-home-acquired pneumonia*). In Deutschland erkranken jährlich etwa 500 000 Menschen an einer ambulant erworbenen Pneumonie (*community-acquired pneumonia*, CAP). Von diesen sind schätzungsweise 5 % bis 15 % Folge einer Aspiration. Die Mortalität von hospitalisierten Patienten mit CAP beläuft sich auf 10 % bis 25 %.[70] Pneumonien stellen dabei nicht nur ein klinisches Problem, sondern auch eine gesundheitsökonomische Herausforderung dar. Krankenhausaufenthalte, Behandlungen

und intensive pflegerische Maßnahmen binden medizinische Ressourcen und verursachen erhebliche Kosten.[71]

Bei der Ätiologie von Aspirationspneumonien, wie sie häufig bei Pflegeheimbewohnern mit suboptimaler Mundhygiene vorkommen, spielen *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae* und *Enterobacter cloacae* eine entscheidende Rolle.[72] Mundgesundheitsprobleme sind mit einem höheren Risiko für eine Lungenentzündung verbunden, da sich viele Erreger, die eine Lungenentzündung verursachen, in oralen Biofilmen ansiedeln und in die Atemwege gelangen können. Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Parodontitis und Aspirationspneumonie bei älteren Menschen stehen dabei nicht primär die parodontalen Erreger als auslösender Faktor im Vordergrund. Vielmehr sind eine Dysbiose zwischen Kommensalen und opportunistischen respiratorischen Erregern durch Zunahme des Biofilms, eine verminderte Immunabwehr und eine Abnahme der Kommensalen verantwortlich.[73] Hinzu kommt die Zunahme altersbedingter Risikofaktoren wie die Abnahme der gastroösophagealen Beweglichkeit und die Abnahme unspezifischer (mukoziliärer Abtransport, Leukozytenaktivität) sowie spezifischer (immunologische Abwehr) Abwehrmechanismen der Lunge.[74]

2.4.3. Parodontitis und neurodegenerative Erkrankungen

Neurodegenerative Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Morbus Alzheimer und Multiple Sklerose gehen mit einem fortschreitenden Verlust neuronaler Strukturen und Funktionen einher. Die Komorbidität von Parodontitis und neurodegenerativen Erkrankungen ist dabei auf direkte und indirekte Einflüsse zurückzuführen, die eine Neuroinflammation im Gehirn begünstigen und zur Neurodegeneration beitragen.[75] Die Invasion von Mikroorganismen in das Hirngewebe – begünstigt durch Virulenzfaktoren parodontaler Erreger wie beispielsweise das Gingipain von *Porphyromonas-gingivalis* – stellt einen direkten Weg dar.[76] Zu den indirekten Einflüssen von Parodontitis auf neurodegenerative Erkrankungen zählen die Erhöhung von proinflammatorischen Zytokinen im Blut und ein daraus resultierender konstant erhöhter Entzündungszustand.[77]

Parodontitis und neurodegenerative Erkrankungen treten oftmals parallel zueinander auf und teilen sich gemeinsame Risikofaktoren. Im Report der Lancet-Kommission (2020)[78] wird von zwölf Hauptrisikofaktoren für neurodegenerative Erkrankungen berichtet, wovon für manche (z. B. Rauchen, Diabetes, Hypertonie) auch Assoziationen mit Mundgesundheit beschrieben sind.[63] Es kann noch nicht eindeutig geklärt werden, ob Parodontitis oder die neurodegenerative Erkrankung zuerst auftritt: Parodontale Erkrankungen sind bei älteren Menschen mit Demenz häufiger als bei Personen mit uneingeschränkten kognitiven Fähigkeiten. Gleichzeitig verschlechtert sich der parodontale Status mit dem Fortschreiten der kognitiven Beeinträchtigung.[42,79]

2.4.4. Parodontitis und Ernährung

Auch wenn immer mehr Menschen aufgrund von guten Präventionsstrategien die eigenen Zähne bis ins hohe Lebensalter behalten, zählt die (unbehandelte) Parodontitis mit entzündlich bedingter Zerstörung des Zahnhalteapparats zu den häufigsten Gründen für Zahnverlust.[21,80] Das Kauen hängt von der Funktion des Gebisses mit der Anzahl der okkludierenden Zahnpaare, dem Kiefergelenk und der Kaumuskulatur ab.[81] Im Rahmen der DMS V[21] wurden jüngere und ältere Senioren zu ihrem subjektiven Kauvermögen befragt. Dabei gaben 68,7 % der jüngeren Senioren an, keine Einschränkungen beim Kauen fester Nahrung zu haben. Bei den älteren Senioren waren dies nur noch 58,3 %. Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz berichteten in beiden Altersgruppen über besonders starke Einschränkungen. Parodontitis mit Entzündungen und Zahnverlust kann sich auf die Essgewohnheiten auswirken und den Ernährungszustand beeinflussen. Der Verzehr von kauintensiven, ballaststoff-, vitamin- und eiweißreichen Nahrungsmitteln wie Obst, Gemüse und Fleisch wird vermieden, was zu Vitamin- und Nährstoffmangel führen kann.[33] Gleichzeitig ist eine schlechtere Kauleistung mit geringerer kognitiver Funktion verbunden.[82]

2.4.5. Parodontitis und Gebrechlichkeit

Die Beziehung zwischen Mundgesundheit, insbesondere Parodontitis, und Gebrechlichkeit ist bidirektional und multifaktoriell.[83] Gebrechlichkeit und Parodontitis sind jeweils mit einer Zunahme chronischer Erkrankungen assoziiert, haben dabei die gleichen zugrundeliegenden Risikofaktoren wie Diabetes mellitus und kognitive Dysfunktion und sind beide mit inflammatorischen Mediatoren (IL-1β, IL-6, TNF-α) assoziiert.[84] Ein schlechter parodontaler Zustand kann zur Entwicklung oder zum Fortschreiten von Gebrechlichkeit beitragen.[85]

2.4.6. CRP im Zusammenhang oraler Entzündungen und systemischer Erkrankungen

CRP ist ein unspezifischer Marker der systemischen Entzündung, der als Reaktion auf Infektionen, chronische Entzündungskrankheiten und Gewebeschäden ansteigt. Bei gesunden Menschen liegen die CRP-Werte bei < 0,5 mg/dl und bei einer leichten Infektion bei < 5 mg/dl.[86] Das CRP spielt auch eine wesentliche Rolle bei der Erforschung der Zusammenhänge zwischen Parodontitis und anderen systemischen Erkrankungen.[87] Erhöhte CRP-Werte können durch verschiedene Erkrankungen wie Arthritis, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Infektionen verursacht werden und den Einfluss oraler Inflammation maskieren.[88] Studien, die den Zusammenhang zwischen Mundgesundheit und systemischen Faktoren untersuchen, sollten die Ein- und Ausschlusskriterien daher so definieren, dass Störfaktoren minimiert werden.[89]

2.5. Altersbedingte Veränderungen des Immunsystems

Das Altern hat auch Auswirkungen auf das menschliche Immunsystem. Es führt zu qualitativen und quantitativen Veränderungen der Immunzellen wie T-Zellen, B-Zellen und natürlichen Killerzellen. Diese Veränderungen resultieren in einer Verschlechterung der angeborenen und der erworbenen Immunität und begünstigen chronische Entzündungen.[90,91]

2.5.1. Immunoseneszenz

Die Abnahme der Immunkompetenz im Alter resultiert aus der altersbedingten Atrophie des Thymus und der dadurch verminderten Proliferation von T-Zellen, der Dysfunktion hämatopoetischer Stammzellen, der mitochondrialen Dysfunktion, der verminderten Reaktion auf neue Antigene und der Akkumulation seneszenter Zellen.[91] Seneszente Zellen entwickeln häufig einen Seneszenz-assoziierten sekretorischen Phänotyp, der durch die Freisetzung von Entzündungsfaktoren gekennzeichnet ist.[92]

2.5.2. Inflammaging

Die verminderte Immunkompetenz mit erhöhter Freisetzung proinflammatorischer Zytokine verursacht chronische Entzündung. *Inflammaging* (Entzündungsalterung) ist eine geringgradige, altersbedingte Entzündung, die sich auch ohne Vorliegen einer manifesten Infektion entwickelt. Ursache hierfür sind die oben beschriebene Immunoseneszenz und die daraus resultierende anhaltende, niedriggradige chronische systemische Entzündung.[93] Es lässt sich auch ohne Vorhandensein einer akuten Inflammation erhöhtes IL-6, TNF-α sowie CRP feststellen.[94]

2.6. Der neurogeriatrische Patient aus zahnmedizinischer Sicht

Die Mundgesundheit neurogeriatrischer Patienten stellt aufgrund des komplexen Zusammenspiels von altersbedingten Veränderungen, neurologischen Erkrankungen und häufig eingeschränkten Selbstpflegefähigkeiten eine besondere Herausforderung dar.[95]

2.6.1. Neurogeriatrische Patienten

Die Gruppe der neurogeriatrischen Patienten umfasst ältere Erwachsene mit führenden neurologischen Defiziten und Erkankungen.[96] Zu diesen zählen altersbezogene Erkrankungen mit Störungen der kognitiven und der motorischen Funktion wie Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, zerebrovaskuläre Erkrankungen, Schlaganfälle und Polyneuropathie.[96,97] Das Risiko, gleichzeitig an mehreren (nicht nur neurologischen) Erkrankungen zu leiden, steigt mit zunehmendem Alter.[98] Die Therapie neurogeriatrischer Patienten erfordert daher einen interdisziplinären Ansatz, der auf individuell angepasste Interventionen zur Förderung der kognitiven Fähigkeiten, der Mobilität und des psychischen Wohlbefindens ausgerichtet ist.[99]

2.6.2. Zahnmedizinische Besonderheiten neurogeriatrischer Patienten

Zu den Hauptfaktoren, die die Mundgesundheit bei neurogeriatrischen Patienten beeinflussen, zählen demenzielle Erkrankungen (Morbus Alzheimer, vaskuläre Demenz oder Parkinson-Demenz) sowie Erkrankungen mit Auswirkungen auf die sensomotorischen Fähigkeiten (Morbus Parkinson und Zustand nach Schlaganfall). Menschen mit einer demenziellen Erkrankung weisen mehr Mundgesundheitsprobleme auf als kognitiv gesunde Personen in der gleichen Altersgruppe. Menschen mit Demenz haben weniger eigene Zähne, mehr kariöse Läsionen an Zahnkronen und -wurzeln, höhere Plaquewerte, mehr gingivale Entzündung und einen schlechteren parodontalen Zustand (Abbildung 6).[42,100-103] Zusätzlich lässt sich ein Rückgang der Frequenz zahnärztlicher Behandlungen bei Personen mit diagnostizierter Demenz beobachten.[104] Menschen mit Dyskinesien der Hände und/oder des Gesichts, wie sie z. B. bei Morbus Parkinson auftreten, zeigen eine verminderte Mundhygiene und leiden häufig unter Mundtrockenheit, Dysphagie und Sialorrhoe.[57,58,95,105]

Abbildung 6 Intraoraler Zustand mit unversorgten Lücken, Biofilm, klinischem Attachmentverlust, Gingivitis und beginnenden kariösen Zahnhalsläsionen bei einem 82-jährigen Patienten mit Demenz und Polymedikation.

Medikamente, die im Rahmen der Therapie neurodegenerativer Erkrankungen, aber auch anderer typischer geriatrischer Erkrankungen wie der arteriellen Hypertonie eingesetzt werden, haben einen erheblichen Einfluss auf die Mundgesundheit. Negativ beeinflusst wird die Mundtrockenheit durch Medikamente wie Antidepressiva, Antipsychotika und Anticholinergika zur Behandlung des Morbus Parkinson.[106] Darüber hinaus können Medikamente wie Antiepileptika, Immunsuppressiva und Kalziumkanalblocker Gingivahyperplasien begünstigen, die die

Mundhygiene erschweren und zu Entzündungen und Schmerzen führen können (Abbildung 7).[107]

Abbildung 7 Intraoraler Zustand mit Zahnstein und Biofilm bei einer 63-jährigen Patientin mit Hypertonie und Angststörung. Zu erkennen sind Gingivahyperplasien in Regio 37 sowie in der Oberkieferfront und im zweiten Quadranten. Anamnestisch bekannt ist die Einnahme von Escitalopram und Amlodipin, was im Zusammenhang mit Zahnstein und Biofilm ein wahrscheinlicher Prädiktor für die Hyperplasien ist.

2.6.3. Ambulante und stationäre zahnmedizinische Versorgung geriatrischer Patienten

Durch das Gesetz zur Neuausrichtung der Pflegeversicherung (BGBl. I 2012 S. 2246) wurde seit 2012 ein gesetzlicher Anspruch auf zahnmedizinische Betreuung für pflegebedürftige Menschen und Menschen mit Behinderungen etabliert. Der Bundesmantelvertrag für Zahnärzte (BMV-Z)[108] enthält spezifische Regelungen zur zahnärztlichen Versorgung von pflegebedürftigen Versicherten in stationären Pflegeeinrichtungen. Diese sind insbesondere in der Anlage 12 des BMV-Z[108] festgehalten, die eine Rahmenvereinbarung gemäß § 119b Abs. 2 SGB V darstellt. Wesentlicher Inhalt ist die koordinierte und kooperative Versorgung von Menschen mit Pflegegrad oder Eingliederungshilfe. Der § 22a SGB V bildet hierfür die gesetzliche Grundlage und regelt die zahnärztlichen Leistungen zur Verhütung von Zahnerkrankungen bei Pflegebedürftigen und Menschen mit Behinderungen.

Bisher konzentrieren sich diese Maßnahmen zur zahnärztlichen Versorgung von Menschen mit Pflegebedarf oder Eingliederungshilfe auf drei Bereiche: die ambulante zahnärztliche Versorgung in der Zahnarztpraxis, die aufsuchende zahnärztliche Versorgung in der Häuslichkeit sowie die stationäre zahnärztliche Versorgung in Pflegeeinrichtungen. In den Krankenhäusern

gibt es bisher keine routinemäßige zahnärztliche Versorgung geriatrischer Patienten und zahnärztliche Leistungen können derzeit nicht über die Kassenzahnärztliche Vereinigung abgerechnet werden.[24]

Der vom Deutschen Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP) im Jahr 2021 entwickelte und im Januar 2023 implementierte Expertenstandard „Förderung der Mundgesundheit in der Pflege“[109] dient Pflegefachkräften in allen Bereichen (voll- und teilstationäre Pflegeeinrichtungen, ambulante und häusliche Pflege, aber auch Krankenhäuser) als evidenzbasierte Leitlinie zur Erhaltung und Verbesserung der Mundgesundheit. Zielgruppe sind Menschen aller Altersgruppen, die auf professionelle pflegerische Unterstützung bei der Mundhygiene angewiesen sind, unabhängig von einer Eingliederungshilfe oder Pflegestufe.

2.6.4. Barrieren in der Forschung bei (neuro-)geriatrischen Patienten

Forschung, Entwicklung und Fortschritt im Bereich der geriatrischen Versorgung unterliegen multifaktoriellen Hindernissen. Allen und Tsakos (2024)[110] fassen die relevanten Herausforderungen in der zahnmedizinischen Forschung für ältere Erwachsene in populationsdynamische, methodische und ethische Aspekte zusammen. Die Population älterer Menschen ist aufgrund von Multimorbidität und Polypharmazie sehr heterogen.[17,111] Zudem stellt die Erlangung verlässlicher (Gesundheits-)Informationen bei Patienten mit kognitiven Einschränkungen eine Herausforderung dar.[112] Die notwendige Zusammenarbeit mit Pflegepersonal, der Einrichtungsverwaltung und Angehörigen kann die Forschung in stationären geriatrischen Einrichtungen (Akut- oder Langzeitpflege) beeinflussen. So muss das ärztliche und pflegerische Personal zusätzlich zu seinen regulären Aufgaben an Besprechungen teilnehmen, bei der Kontaktaufnahme mit Angehörigen helfen, bei der Einholung der Einwilligung unterstützen und häufig auch Intervention durchführen.[113] Zu den methodischen Hindernissen in der (zahnmedizinischen) Altersforschung zählen die Heterogenität und die daraus resultierende geringere Stichprobengröße bei Ausschluss multipler Komplexitätsfaktoren beziehungsweise die erschwerte Interpretation von Studienergebnissen bei Erweiterung der Einschlusskriterien.[114] Darüber hinaus wird die Komplexität von Langzeitstudien durch hohe Drop-out-Raten und den häufigen Ausschluss von Patienten mit Multimorbidität, kognitiver Beeinträchtigung und Gebrechlichkeit beeinflusst.[115] Die Einwilligung nach Aufklärung (*informed consent*) stellt eine ethische Herausforderung in der Forschung mit älteren Menschen, insbesondere mit Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen, dar.[116]

2.7. Fragestellungen und Ziel der Arbeit

Angesichts der demografischen Entwicklung und der damit einhergehenden oralen und systemischen Veränderungen bei gleichzeitiger Verbesserung der Präventionsstrategien kommt es zu einer Verlagerung allgemeinmedizinischer, aber auch zahnmedizinischer Probleme wie (Wurzel-)Karies und Parodontitis in die höheren Lebensphasen. Neurogeriatrische Patienten stellen innerhalb ihrer Altersgruppe eine besonders vulnerable Population hinsichtlich ihrer Mundgesundheit dar. Gleichzeitig sinkt mit zunehmendem Alter die Inanspruchnahme von zahnärztlichen Routinekontrollen, insbesondere bei Pflegebedürftigen. Dies führt dazu, dass diese Personengruppe im ambulanten zahnärztlichen Bereich nicht gut zugänglich ist. Im stationären Setting (Krankenhaus) werden zahnärztliche Untersuchungen bisher nicht routinemäßig durchgeführt. Es ist wenig über die Mundgesundheit von stationären neurogeriatrischen Patienten bekannt. Da die Mundgesundheit, insbesondere die Parodontitis, mit verschiedenen, allgemeinmedizinischen Risikofaktoren des Alters assoziiert ist, ist es das Ziel dieser vorliegenden Arbeit, die Mundgesundheit von Patienten in der stationären neurogeriatrischen Versorgung zu untersuchen und deren Zusammenhang mit dem systemischen Gesundheitszustand, beschrieben durch routinemäßig erhobene Blutparameter, zu identifizieren.

Forschungsfrage: Wie ist die Mundgesundheit von stationären neurogeriatrischen Patienten ohne relevante systemische Entzündung einzuschätzen und welche Zusammenhänge bestehen zwischen zahnärztlich klinischen Untersuchungsbefunden und routinemäßig erhobenen Blutparametern?

3. Publikation: Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study

Bei der hier vorliegenden Doktorarbeit handelt es sich um eine kumulative Promotion. Material, Methoden und Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfrage können aus der beigefügten Publikation, deren Erstautorin ich (Alicia Maria Meyer-Hofmann, geb. Blasi) bin, entnommen werden:

Blasi A, Derman S, Kunnel A, Pape P, Röhrig G, Barbe A. Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study. Geriatrics (Basel). 2024;9(3).

Die Beiträge der beteiligten Autoren sind detailliert in der Publikation[1] aufgeführt.

geriatrics

IMPACT FACTOR 2.1

Indexed in: PubMed

CITESCORE 3.3

Article

Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study

Alicia Maria Blasi, Sonja Henny Maria Derman, Asha Kunnel, Pantea Pape, Gabriele Röhrig and Anna Greta Barbe

Special Issue

Advancing Oral Health Care for the Ageing Population: Exploring Gerodontology and Geriatric Dentistry

Edited by

Dr. Kelvin Ian Afrashtehfar and Dr. Carlos A. Jurado

MDPI

https://doi.org/10.3390/geriatrics9030055

geriatrics

MDPI

Article

Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study

Alicia Maria Blasi [1], Sonja Henny Maria Derman [1], Asha Kunnel [2], Pantea Pape [2], Gabriele Röhrig [3,†] and Anna Greta Barbe [1,*,†]

[1] Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, Polyclinic for Operative Dentistry and Periodontology, University of Cologne, D-50923 Cologne, Germany; alicia.blasi@uk-koeln.de (A.M.B.); sonja.derman@uk-koeln.de (S.H.M.D.)
[2] Clinic for Early Neurological and Interdisciplinary Rehabilitation, St. Marien-Hospital, D-50668 Cologne, Germany; asha.kunnel@cellitinnen.de (A.K.); pantea.pape@cellitinnen.de (P.P.)
[3] Department of Health, EUFH-European University of Applied Sciences, D-50996 Cologne, Germany; g.roehrig-herzog@eufh-medica.de
* Correspondence: greta.barbe@uk-koeln.de
† These authors contributed equally to this work and share senior authorship.

Abstract: As little evidence is available, we report the oral health of neurogeriatric inpatients and the association with hematological parameters representing systemic health. We performed a cross-sectional investigation of 30 patients undergoing neurogeriatric early rehabilitation and excluded systemic inflammation as a trigger for oral infection (C-reactive protein >5 mg/dL). Outcomes included oral health and hygiene status and routine laboratory parameters. Patients (mean age 79 ± 6 years, mean comorbidities 7 ± 3, and mean Barthel Index at hospital admission 31 ± 18) had impaired oral health (mean 18 ± 7 of their own teeth, elevated plaque indices (2.5 ± 0.4), and bleeding on probing (26 ± 17)), representing short- and long-term reduced oral hygiene. Twenty-four (80%) patients had periodontitis. Laboratory parameters for inflammation, nutrition, and anemia did not correlate with oral health parameters ($p > 0.05$). The number of teeth correlated moderately with total protein (Spearman's rank correlation coefficient (r_s) = 0.524; $p = 0.003$). Plaque indices correlated weakly with number of teeth ($r_s = -0.460$; $p = 0.010$) and periodontitis diagnosis ($r_s = 0.488$; $p = 0.006$). Thus, highly vulnerable neurogeriatric inpatients had reduced oral health and hygiene independent of laboratory parameters, representing a high-risk population for oral health problems even without clinically proven systemic infection. This should be considered in future interprofessional therapy planning.

Keywords: aged; hospitalization; oral hygiene; periodontitis

check for updates

Citation: Blasi, A.M.; Derman, S.H.M.; Kunnel, A.; Pape, P.; Röhrig, G.; Barbe, A.G. Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study. *Geriatrics* **2024**, *9*, 55. https://doi.org/10.3390/geriatrics9030055

Academic Editors: Kelvin Ian Afrashtehfar, Carlos A. Jurado and Ralf Lobmann

Received: 24 February 2024
Revised: 17 April 2024
Accepted: 19 April 2024
Published: 23 April 2024

Copyright: © 2024 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

Neurogeriatric patients are geriatric patients with a leading neurological diagnosis [1]. Due to the complexity of neurological dysfunction and the simultaneous presence of multimorbidity, neurogeriatric patients in Germany are treated as inpatients in a hospital setting by a multiprofessional team, in the context of neurogeriatric early rehabilitation. The routine implementation of a multidimensional neurogeriatric assessment allows for the development of an individually adapted treatment plan for every patient [2,3]. However, oral health is not yet an integral component of the multidimensional assessment or routine treatment planning, and it is thus not routinely assessed in hospitalized neurogeriatric inpatients. Consequently, such patients represent a population where little evidence is available regarding their oral health and the association with systemic disease. Recent research supports a link between periodontitis and Alzheimer's disease, a neurodegenerative disorder that affects millions of people worldwide [4]. It is evident that these diseases

share the same or similar modifiable risk factors, but the direction of the link is still under investigation. Some studies indicate that people with periodontitis have a higher risk of developing Alzheimer's disease [5]. Others have suggested that neurodegenerative diseases may affect a person's ability to maintain adequate daily oral hygiene, making them more susceptible to developing periodontitis [6]. Yet oral diseases such as oral hygiene deficits, oral inflammation, periodontitis, xerostomia and hyposalivation, carious lesions, and prosthetic rehabilitation needs are highly prevalent in older people in general [7,8]. In addition, studies have revealed poor oral health among patients in acute care hospitals and particularly in rehabilitation medicine [9,10]. A multicenter observational study in elderly rehabilitation patients revealed that more than 70% of participants had oral problems with their teeth, dentures, gums, oral mucosa, tongue, lips, saliva, and swallowing; 30% suffered from 5–7 problems at the same time [10]. This may be due to their acute illnesses but also to pre-existing medical problems that preclude patients from independently maintaining their own oral hygiene. Furthermore, the diagnosis and treatment of acute general diseases, especially in the context of early rehabilitation, is time-consuming for the patient, caregivers, and support staff, which often leads to a rapid breakdown in oral hygiene. However, the gradual deterioration of oral hygiene at home over a longer period of time before hospitalization is an important risk factor for periodontitis [11] and may, in addition to medical consequences such as aspiration pneumonia, lead to a consequent reduction in oral health and oral health-related quality of life [12,13]. All of these issues represent oral frailty, a relatively new construct that has been proposed as a concept for the age-related gradual loss of oral function caused by a range of impairments that worsen daily oral functions, e.g., tooth loss, poor oral hygiene, inadequate dentures, or chewing difficulties associated with age-related changes in swallowing [14]. Oral frailty has been defined as a decline in oral function along with a decline in cognitive and physical functions, such as the oral microbiota and neurodegeneration of Alzheimer's disease [15].

Multimorbidity is highly prevalent in older people, and symptoms of certain acute or chronic inflammatory diseases may hide or alter other diseases [16], such as oral inflammation. This complicates the quantification of the impact of oral inflammation on their general health. It is also extremely difficult to account for the various heterogeneous influencing factors of oral diseases (especially systemic acute or chronic inflammation) in their analysis, particularly in patient populations with multimorbidity.

Therefore, our observational study aimed to describe the oral health and hygiene of a neurogeriatric inpatient population and to investigate the association with systemic health, as assessed by hematological parameters representing inflammatory status, anemia (e.g., hemoglobin), and nutritional status (e.g., total protein). We included a standardized study population regarding the influencing factor of systemic inflammation by excluding patients with clinical or laboratory-defined acute or chronic inflammation at the time of study inclusion.

2. Materials and Methods

2.1. Ethics

The study was approved by the local ethics review board of the Medical Faculty of the University of Cologne (no. 20-1721) and was prospectively registered in the German Clinical Trials Register (https://drks.de, accessed on 22 April 2024; DRKS00024446; date of registration 11 June 2021). All methods were performed in accordance with the ethical principles for medical research defined in the Declaration of Helsinki. Written informed consent was provided by every patient before study inclusion and evaluation of recorded medical data. The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

2.2. Study Population

This was a prospective, observational study of patients aged >70 years undergoing early neurological rehabilitation as part of their inpatient hospitalization at the St. Marien-

Hospital, Cologne, Germany, between September 2021 and October 2022. Patients without acute or chronic inflammation (hematological C-reactive protein (CRP) $\leq$ 5 mg/dL) were included. An interdisciplinary board (comprising dentists, a neurologist, and a geriatrician) was established to ensure that only patients with no explanation for low-grade elevated CRP other than oral inflammation were included. Exclusion criteria were as follows: active tumor disease requiring treatment; infection requiring treatment; actual antibiotic treatment; chronic inflammatory disease such as rheumatoid arthritis; chronic inflammatory bowel disease; osteomyelitis; previous (within 2 weeks) apoplectic insult with lysis treatment; glomerular filtration rate < 30 mL/min; dialysis requirement; and coronary heart disease requiring intervention. The first author (A.M.B.) conducted the dental examination at the patient's bedside during the inpatient stay, using magnifying glasses with light. As no assistant was allowed in the patient room during the COVID-19 pandemic due to visiting regulations, findings were dictated and subsequently documented in writing.

2.3. Sample Size Calculation

The case number estimation was designed to detect at least large effects (beta or $r \geq 0.5$). To achieve a power of 80% at a significance level of at least 5%, a minimum of 26 patients was required. Thus, 30 patients in total were included.

2.4. Patient Parameters

Age, gender, general illness, and active pharmaceutical ingredients (APIs) at admission were taken from the patient file. In addition, the Barthel Index (BI) was used to assess performance in activities of daily living at the time of admission. The subdomain 'grooming' of the BI refers to personal hygiene and includes brushing teeth and fitting dentures.

2.5. Laboratory Parameters

Hematologic parameters were routinely assessed during the inpatient stay. The white blood cell count (WBC) and CRP determined inflammatory status; anemia was evaluated by the red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, red cell distribution width, ferritin, and transferrin saturation; while the nutritional status was determined by the total protein, albumin, vitamin B12, and folic acid. Anemia was classified according to the World Health Organization definition of anemia [17], with reference hemoglobin values of <12 g/dL in adult females and <13 g/dL in adult males.

2.6. Oral Health Parameters

The study design considered parameters that could be assessed at the patient's bedside without additional diagnostic equipment. For the oral assessment, the total number of teeth, prosthetic situation, and plaque index according to Silness and Loe [18] were documented. A thorough diagnosis of caries may not be possible without the ability to remove biofilm at the patient's bedside. Therefore, the Decayed, Missing, and Filled Teeth value was not included. To measure subjective dry mouth, patients were asked a yes/no question: 'Do you feel that your mouth is dry?'. In addition, patients completed a 100 mm visual analog scale (VAS) from 0 mm = 'not dry at all' to 100 mm = 'no saliva at all'. Periodontal status was determined at the oral mesiobuccal and distobuccal sites by 2-point measurement of probing pocket depths (mm), recessions (mm), clinical attachment loss (mm), and bleeding on probing (BOP) as a measure of active inflammation. The maximum degree of furcation involvement and tooth mobility according to the technique recommended by Nyman et al. [19] were documented for each tooth. Based on clinical findings, a periodontal diagnosis was made according to the AAP/EFP (European Federation of Periodontology) new classification for periodontal diseases [20] and according to the previous CDC/AAP classification (Centers for Disease Control and Prevention und American Academy of Periodontology) [21].

2.7. Statistical Analysis

Qualitative variables are described by count and percentage. Mean ± standard deviation values were obtained for quantitative variables. Distributions of continuous variables were checked for normality by visual inspection and the Shapiro–Wilk test. Differences between male and female patients for patient and clinical characteristics were tested using Student's *t*-test. The correlation between periodontal characteristics and laboratory findings was determined using the Spearman rank correlation coefficient r_s, with the significance level set at $p < 0.05$. The correlation coefficients r_s were rated as weak (0.1–0.5), moderate (>0.5–0.8), and strong (>0.8). Linear regression analysis was used to assess possible clinically relevant associations between oral parameters and inflammatory blood values. Therefore, the dependent variables 'CRP' and 'WBC' were established. Logistic regression analysis was used to assess possible relevant associations between medication intake and subjectively reported dry mouth. Therefore, the dependent variable 'APIs' was established. All calculations were performed using IBM SPSS Statistics software, V29 (https://www.ibm.com/products/spss-statistics, accessed on 22 April 2024, RRID:SCR_016479).

3. Results

3.1. Patient Characteristics

A total of 30 patients (15 male, 15 female; aged 79 ± 6 years) with 7 ± 3 comorbidities and polypharmacy were admitted to the neurogeriatric clinic (Table 1). The most frequent neurological diagnoses were Parkinson's disease (n = 14, 47%) and polyneuropathy (n = 11, 37%) (Table 2). The mean BI at the time of admission was 31 ± 18; according to the BI subdomain 'grooming', 29 (97%) patients were dependent on help with personal care (including brushing teeth). The two-sided *t*-test showed that the only variance between male and female patients was in the BI ($p = 0.010$) (Table 1).

Table 1. Patient and clinical characteristics.

Characteristic	Total (N = 30)
Age (years)	79 ± 6 (70–90)
Comorbidities (n)	7 ± 3 (1–18)
APIs (n)	8 ± 4 (2–16)
BI (at admission)	31 ± 18 (10–75)
BI subdomain grooming needs help with personal care, n (%)	29 (97)

Results are mean ± standard deviation (range), unless otherwise shown. Abbreviations: APIs, active pharmaceutical ingredients; BI, Barthel Index.

Table 2. Distribution of comorbidities detected in two or more patients.

Comorbidity	n (%)
Hypertension	22 (73)
Parkinson's disease	14 (47)
Polyneuropathy	11 (37)
Vitamin B12 deficiency	9 (30)
Hypothyroidism	7 (23)
Sarcopenia	7 (23)
Atrial fibrillation	6 (20)
Coronary heart disease	6 (20)
Folate deficiency	5 (17)
Dementia	5 (17)
Type 2 diabetes mellitus	5 (17)
Depression	5 (17)
Osteoporosis	4 (13)

Table 2. *Cont.*

Comorbidity	n (%)
Iron deficiency anemia	4 (13)
Hyponatremia	3 (10)
Obesity	3 (10)
Chronic obstructive pulmonary disease	2 (7)
Stasis dermatitis	2 (7)
Hyperuricemia	2 (7)
Hypercholesterolemia	2 (7)
Heart failure	2 (7)
Bronchial asthma	2 (7)

3.2. Laboratory Characteristics

The mean red blood cell count (3.86 ± 0.65), hemoglobin (11.70 ± 2.01), hematocrit (35.77 ± 5.43), and total protein (6.08 ± 0.67) were all lower than the reference values, while the mean CRP (1.57 ± 1.08) and ferritin (261.83 ± 212.54) were higher. Other documented blood values were within reference values (Table 3). Anemia was present in 22 (73%) patients, with equal distribution among males and females (Table 4). Due to the heterogeneity of the underlying comorbidities (Table 2) and the resulting variation in active pharmaceutical ingredients among the patients studied, no further investigation of the impact on blood levels in this population was performed.

Table 3. Laboratory chemical blood analysis.

Laboratory Parameter	Reference Values	Mean ± SD [1]
WBC count (n/nL)	4.0–10.0	6.64 ± 1.72
CRP (mg/dL)	<0.4	**1.57 ± 1.08**
RBC count(n/pL)	4.4–5.9	**3.86 ± 0.65**
Hemoglobin (g/dL)	13.5–17.5	**11.70 ± 2.01**
Hematocrit (%)	40-53	**35.77 ±5.43**
MCV (fL)	82–98	92.93 ± 7.07
MCH (pg)	27–33	30.40 ± 2.85
MCHC (g/dL)	31–36	32.63 ± 1.54
RDW (%)	11.6–16.0	14.30 ± 1.62
Ferritin (ng/mL)	20–250	**261.83 ± 212.54**
Transferrin (mg/dL)	200–360	202.47 ± 46.80
Transferrin saturation (%)	16–45	23.73 ± 15.79
Total protein (g/dL)	6.4–8.3	**6.08 ± 0.67**
Albumin (mg/dL)	3500–5200	3641 ± 570
Vitamin B12 (pg/L)	197–771	641.77 ± 325.29
Folic acid (pg/mL)	>3.9	8.64 ± 6.25

[1] Bold: not within the reference values. Abbreviations: CRP, C-reactive protein; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; MCV, mean corpuscular volume; RBC, red blood cell; RDW, red cell distribution width; SD, standard deviation; WBC, white blood cell.

Table 4. Anemia among inpatients according to World Health Organization (WHO) criteria.

WHO Criteria for Anemia	Neurogeriatric Inpatients, n (%)		
	Total	Males	Females
Hemoglobin <13 g/dL in males, <12 g/dL in females	22 (73)	11 (73)	11 (73)

3.3. Oral Health Characteristics

Patients had 18 ± 7 of their own teeth and elevated plaque levels (Plaque Index 2.5 ± 0.4). Fifteen (50%) patients had removable prostheses; of these, three patients did not have their prostheses with them during their inpatient stay. The mean time since the

last dental visit was 22 ± 37 (range 1–180) months. Subjective dry mouth was reported by 21 (70%) patients (Table 5). Periodontitis, based on clinical findings according to the AAP/EFP classification, was detected in 24 (80%) patients, of whom seven were diagnosed with severe (stage III) and five with advanced (stage IV) periodontitis (Table 6). No significant differences (all $p > 0.05$) could be found between patients with and without periodontitis in the clinical characteristics examined. Only in the descriptive analysis was the number of comorbidities lower in patients without periodontitis (5.17 ± 3.0) than in patients with periodontitis (7.7 ± 3.4).

Table 5. Oral health characteristics.

Characteristics	Neurogeriatric Inpatients (N = 30)
Teeth (n)	18 ± 7 (5–28)
Plaque Index	2.5 ± 0.4 (1.6–3.0)
Patients with removable prosthesis, n (%)	15 (50)
Last dental visit (months)	22 ± 37 (1–180)
Subjective reported dry mouth, n (%)	
No	9 (30)
Yes	21 (70)
Xerostomia VAS (mm)	51.4 ± 22.6 (0–100)

Results are mean ± standard deviation (range), unless otherwise shown. Abbreviation: VAS, visual analog scale.

Table 6. Periodontal clinical characteristics.

Characteristics	Neurogeriatric Inpatients (N = 30)
Mean PPD (mm)	3.1 ± 0.7 (2.2–4.9)
Maximal PPD (mm)	5.6 ± 2.4 (3–14)
Mean CAL (mm)	4.7 ± 1.9 (2.3–8.6)
BOP (%)	26 ± 17 (7–69)
Tooth mobility index	0.8 ± 1.2 (0–3)
Degree of furcation	0.7 ± 1.0 (0–3)
Periodontal Staging (AAP/EFP), n (%)	
Stage I	4 (13)
Stage II	8 (27)
Stage III	7 (23)
Stage IV	5 (17)
No periodontitis	6 (20)
Extent of PA in stage III and IV, n (%)	
Localized	1 (8)
Generalized	11 (92)
Periodontal case definition (CDC/AAP), n (%)	
No periodontitis	5 (17)
Mild periodontitis	10 (33)
Moderate periodontitis	7 (23)
Severe periodontitis	8 (27)

Results are mean ± standard deviation (range), unless otherwise shown. Abbreviations: AAP, American Academy of Periodontology; BOP, bleeding on probing; CAL, clinical attachment loss; CDC, Centers for Disease Control and Prevention; EFP, European Federation of Periodontology; PPD, probing pocket depth; SD, standard deviation.

3.4. Association between Oral Health and Laboratory Parameters

The Plaque Index correlated weakly with transferrin saturation ($r_s = 0.383$; $p = 0.037$). The number of teeth correlated moderately with total protein ($r_s = 0.524$; $p = 0.003$). None of the other investigated oral health parameters correlated moderately or strongly with any other investigated laboratory parameter. Linear regression analysis indicated that BOP representing gingival inflammation influenced the WBC ($p = 0.001$). The observed WBC was within the reference range, indicating little or no clinical significance in this population. None of the investigated oral health parameters influenced the laboratory parameter CRP in linear regression analysis.

3.5. Association between Oral Health and Patient Parameters

Logistic regression analysis determined that the number of medications did not influence subjective reported dry mouth ($p = 0.725$). Subjective dry mouth VAS values did not correlate with the number of medications.

4. Discussion

To our knowledge, this is the first observational study to investigate oral health and hygiene and their association with hematological parameters representing systemic health in a population of neurogeriatric inpatients undergoing early rehabilitation, who had many pre-existing conditions but no relevant acute or chronic inflammation excluded by low levels of C-reactive protein.

The prevalence of anemia in our population was high, as has previously been observed in inpatients [22]. However, the multimorbidity in our patients and the relatively small number of cases did not allow for the clear assignment of the forms of anemia. It was also evident that our patients had reduced oral health and hygiene. This finding is consistent with previous studies which have found that poor oral health, dysphagia, and undernutrition are significantly correlated in geriatric populations [23,24]. There is a high periodontal disease burden in these patients, despite the exclusion of a possible influence of acute or chronic inflammation reflected by hematological C-reactive protein ≤ 5 mg/dL. It was not possible to draw conclusions about potential systemically preventive parameters in this population due to the varying group sizes, with few patients without diagnosed periodontitis according to the AAP/EFP classification and many patients with diagnosed periodontitis. In our population, there was a small group of patients without periodontitis. Although no meaningful comparison analysis between the groups was possible due to the small number, no relevant differences could be found between the groups with regard to the systemic conditions (Barthel Index) and laboratory parameters when the data were viewed descriptively. The only difference was the number of comorbidities, which was smaller in the group without periodontitis. This suggests that healthier patients also had less periodontitis. However, due to the small number of cases, this should be seen as more of an indication. As expected in a population in which relevant systemic inflammation has been ruled out, there was no association between periodontal status (as a marker for oral inflammation) and the laboratory blood parameters used to reflect inflammation. The mouth has been long recognized as a source of systemic infection [25]. Epidemiological evidence is mounting for a bidirectional link (as appears to be true for most diseases involving systemic inflammation) between periodontal disease and various systemic, mainly inflammatory diseases [26]. From a periodontological perspective, our population was in accordance with those in large-scale empirical studies such as the DMS V in Germany [27]. Patients retain many of their own teeth until old age and clinical periodontitis markers are pathologically elevated. In our carefully selected population, CRP was slightly higher than reference values but periodontitis in the clinical setting had no influence on inflammatory blood values. Major systemic inflammation was one of our exclusion criteria; thus, it might be expected that CRP levels would be slightly elevated due to oral inflammation in our population. However, the linear regression analysis did not show any significant influence of the oral health parameters on CRP values. Additionally, the WBC values were within the reference range, despite the significant influence of the oral health parameter BOP in the linear regression. It is possible that immunosenescence and inflammaging may be underlying reasons for the high periodontal disease burden and slightly elevated CRP values observed in our patients, in contrast to those described in younger populations [28,29]. Even in healthy older adults, increased levels of circulating proinflammatory factors such as CRP are detectable compared to young adults [30]. However, this age-related increase is less than 0.5 mg/dL in healthy elderly patients [31]. It is important to note that the total amount of proinflammatory mediators within the body may not reflect the pathological effects of aging [32]. High levels of inflammatory markers have been recorded in centenarians who were otherwise free of major inflammatory diseases. It may be that

inflammaging (the chronically increased and dysregulated inflammatory response that is observed with increasing age) is only detrimental if the increase in proinflammatory molecules occurs in anatomical locations where they are able to impair cell and tissue functions [32]. Age-related changes in neutrophils, macrophages, and T cells, for example, result in inflammaging and impaired immune function (immunosenescence) and an inadequate immune response to oral invading pathogens, leading to their chronic persistence within the body [33]. Strict and adequate regulation of the host inflammatory response to oral microbes is required to maintain periodontal health [34]. The summation of these mechanisms and the results in our carefully selected participant group are in accordance the prognosis of shifting the periodontal treatment burden to the later decades of life [35].

In a vulnerable patient population such as ours, the risk of chronic disease goes beyond periodontitis. We found a significant correlation between total protein and number of teeth, which suggests a relationship between protein intake, oral health, and malnutrition in older people, as previously described [36]. The number of own teeth remaining and the periodontal disease load have an influence on chewing function. Structural changes due to periodontitis, such as clinical attachment loss and tooth mobility, reduce chewing efficiency [37]. Nutrition and oral health are inextricably linked. With severely reduced dentition and non-replaced missing teeth, the ability to comminute food decreases [38]. This creates difficulties, especially when ingesting chewing-intensive, protein-rich foods such as meat, and these foods are no longer consumed. Furthermore, particularly in this multimorbid population with high medication intake and other geriatric health issues such as dehydration, oral dryness may be another factor favoring dysphagia and limited chewing function [39,40]. Oral hypofunction and suboptimal nutrition are potential risk factors for physical frailty [41], so it is vital to maintain healthy and functional dentition into old age.

In our patients, the last visit to the dentist was almost 2 years ago and not within the recommended 3–12-month recall interval for routine dental examinations [42]. It is known that with age, control-oriented consultation with the dentist decreases and shifts to the problem-oriented use of dental services. The utilization of dental services is likely to decrease even further in line with increasing frailty and care needs [27]. In our population, studied during September 2021 and October 2022, restrictions due to the COVID-19 pandemic may also have had an impact on attending a control-oriented dental visit [43]. Inadequate daily oral hygiene and the reduction in utilization of dental services are both risk factors for severe periodontitis, increasing its risk by 14.0% [27]. The need for prevention and treatment of the high periodontal disease burden should not be diminished. In vulnerable populations with many pre-existing conditions who now require inpatient care—and who have maintained their own teeth into old age but may not have been under dental care for some time—the hospital can function as an opportunity to identify at-risk patients and enable them to regain access to primary care dental services. Such actions may serve to reduce the disparities in access to dental care observed in this vulnerable patient population. Dentists should therefore be an integral part of interprofessional geriatric care concepts. It is also well known that older people are staying within their own home for longer, especially in Western countries, and the use of dental care is also decreasing [44]. Here too, a hospital stay could be a suitable interface to re-initiate dental care. The development of future concepts is certainly necessary to define responsibility but also to scientifically examine suitable validated and standardized assessment instruments.

Our study evaluated a patient population that is rarely accessed in general dental practice. As in every observational study, it has some limitations. Only the influence of oral health parameters on routine laboratory blood values was considered. It was not possible to determine the influence on other laboratory parameters. We were unable to determine a link between periodontitis and clinical laboratory parameters, but this does not mean that associations do not exist. Due to the lack of a control group and lack of an analysis to rule out confounding variables due to data heterogeneity, the data should be interpreted with caution. In future studies, additional endpoints and the comparison to

healthy subjects would certainly be necessary to better understand the complex overall influences of multimorbid patients.

5. Conclusions

This study indicates that neurogeriatric inpatients, as a heterogeneous group, experience prolonged periods without dental care. This puts them at high risk of developing oral health and hygiene issues such as dental plaque, periodontitis, and active inflammation. In this rarely described population with minimal systemic inflammatory influences, we were unable to detect the expected negative impact of their oral health and hygiene problems (such as periodontitis) on hematological parameters representing inflammatory status (CRP and WBC), anemia (red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, red cell distribution width, ferritin, and transferrin saturation), and nutritional status (total protein, albumin, vitamin B12, and folic acid). This should be interpretated with caution due to the cross-sectional analysis and the high variability of data, especially with regard to clinical characteristics. Since the data show that dental care for this population is not meeting their documented needs, the availability of dental expertise may provide a solution. The integration of dentists into the multiprofessional care of neurogeriatric inpatients would be a sensible approach.

Author Contributions: Conceptualization, A.M.B., S.H.M.D., A.K., P.P., G.R. and A.G.B.; methodology, A.M.B., S.H.M.D., G.R. and A.G.B.; formal analysis, A.M.B., S.H.M.D. and A.G.B.; investigation, A.M.B.; data curation, A.M.B.; writing—original draft preparation, A.M.B., G.R. and A.G.B.; writing—review and editing, A.M.B., S.H.M.D., A.K., P.P., G.R. and A.G.B.; supervision, S.H.M.D., G.R. and A.G.B.; funding acquisition, G.R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: External funding commitment by German Geriatric Society (Deutsche Gesellschaft für Geriatrie, DGG) of 4 March 2021.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Institutional Review Board of the Medical Faculty at the University of Cologne, Cologne, Germany (dossier no. 20-1721; date of approval 3 March 2021).

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

Data Availability Statement: The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Acknowledgments: The draft manuscript was edited by Deborah Nock (Medical WriteAway, Norwich, UK), with full review and approval by all authors.

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

References

1. Maetzler, W.; Dodel, R.; Jacobs, A.H.; Bauer, J.; Deuschl, G.; Morley, J.E. *Neurogeriatrie: ICF-Basierte Diagnose und Behandlung*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018.
2. Choi, J.Y.; Rajaguru, V.; Shin, J.; Kim, K.I. Comprehensive geriatric assessment and multidisciplinary team interventions for hospitalized older adults: A scoping review. *Arch. Gerontol. Geriatr.* **2023**, *104*, 104831. [CrossRef] [PubMed]
3. Jacobs, A.H.; Emmert, K.; Baron, R.; Bartsch, T.; Bauer, J.; Becker, C.; Berg, D.; Bergmann, P.; Boetzel, K.; Bollheimer, C.; et al. Neurogeriatrics-a vision for improved care and research for geriatric patients with predominating neurological disabilities. *Z. Gerontol. Geriatr.* **2020**, *53*, 340–346. [CrossRef] [PubMed]
4. Marchini, L.; Ettinger, R.; Caprio, T.; Jucan, A. Oral health care for patients with Alzheimer's disease: An update. *Spec. Care Dentist* **2019**, *39*, 262–273. [CrossRef] [PubMed]
5. Kaliamoorthy, S.; Nagarajan, M.; Sethuraman, V.; Jayavel, K.; Lakshmanan, V.; Palla, S. Association of Alzheimer's disease and periodontitis—A systematic review and meta-analysis of evidence from observational studies. *Med. Pharm. Rep.* **2022**, *95*, 144–151. [CrossRef] [PubMed]
6. Maldonado, A.; Laugisch, O.; Bürgin, W.; Sculean, A.; Eick, S. Clinical periodontal variables in patients with and without dementia-a systematic review and meta-analysis. *Clin. Oral. Investig.* **2018**, *22*, 2463–2474. [CrossRef] [PubMed]

7. Gil-Montoya, J.A.; de Mello, A.L.; Barrios, R.; Gonzalez-Moles, M.A.; Bravo, M. Oral health in the elderly patient and its impact on general well-being: A nonsystematic review. *Clin. Interv. Aging* **2015**, *10*, 461–467. [CrossRef] [PubMed]
8. Müller, F.; Srinivasan, M.; Krause, K.H.; Schimmel, M. Periodontitis and peri-implantitis in elderly people experiencing institutional and hospital confinement. *Periodontology 2000* **2022**, *90*, 138–145. [CrossRef] [PubMed]
9. Hanne, K.; Ingelise, T.; Linda, C.; Ulrich, P.P. Oral status and the need for oral health care among patients hospitalised with acute medical conditions. *J. Clin. Nurs.* **2012**, *21*, 2851–2859. [CrossRef] [PubMed]
10. Andersson, P.; Hallberg, I.R.; Lorefält, B.; Unosson, M.; Renvert, S. Oral health problems in elderly rehabilitation patients. *Int. J. Dent. Hyg.* **2004**, *2*, 70–77. [CrossRef]
11. Chapple, I.L.; Genco, R. Diabetes and periodontal diseases: Consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop on Periodontitis and Systemic Diseases. *J. Clin. Periodontol.* **2013**, *40* (Suppl. 14), S106–S112. [CrossRef] [PubMed]
12. Barbe, A.G.; Bock, N.; Derman, S.H.M.; Felsch, M.; Timmermann, L.; Noack, M.J. Self-assessment of oral health, dental health care and oral health-related quality of life among Parkinson's disease patients. *Gerodontology* **2017**, *34*, 135–143. [CrossRef] [PubMed]
13. Schimmel, M.; Leemann, B.; Christou, P.; Kiliaridis, S.; Schnider, A.; Herrmann, F.R.; Müller, F. Oral health-related quality of life in hospitalised stroke patients. *Gerodontology* **2011**, *28*, 3–11. [CrossRef] [PubMed]
14. Watanabe, Y.; Okada, K.; Kondo, M.; Matsushita, T.; Nakazawa, S.; Yamazaki, Y. Oral health for achieving longevity. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2020**, *20*, 526–538. [CrossRef] [PubMed]
15. Dibello, V.; Lozupone, M.; Manfredini, D.; Dibello, A.; Zupo, R.; Sardone, R.; Daniele, A.; Lobbezoo, F.; Panza, F. Oral frailty and neurodegeneration in Alzheimer's disease. *Neural Regen. Res.* **2021**, *16*, 2149–2153. [CrossRef] [PubMed]
16. Skou, S.T.; Mair, F.S.; Fortin, M.; Guthrie, B.; Nunes, B.P.; Miranda, J.J.; Boyd, C.M.; Pati, S.; Mtenga, S.; Smith, S.M. Multimorbidity. *Nat. Rev. Dis. Primers* **2022**, *8*, 48. [CrossRef] [PubMed]
17. WHO Scientific Group on Nutritional Anaemias; World Health Organization. Nutritional Anaemias: Report of a WHO Scientific Group [Meeting Held in Geneva from 13 to 17 March 1967]. 1968. Available online: https://iris.who.int/handle/10665/40707 (accessed on 22 April 2024).
18. Silness, J.; Loe, H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol. Scand.* **1964**, *22*, 121–135. [CrossRef] [PubMed]
19. Nyman, S.; Lindhe, J.; Ericsson, I. The effect of progressive tooth mobility on destructive periodontitis in the dog. *J. Clin. Periodontol.* **1978**, *5*, 213–225. [CrossRef] [PubMed]
20. Kornman, K.S.; Papapanou, P.N. Clinical application of the new classification of periodontal diseases: Ground rules, clarifications and "gray zones". *J. Periodontol.* **2020**, *91*, 352–360. [CrossRef]
21. Page, R.C.; Eke, P.I. Case definitions for use in population-based surveillance of periodontitis. *J. Periodontol.* **2007**, *78*, 1387–1399. [CrossRef] [PubMed]
22. Rohrig, G.; Becker, I.; Polidori, M.C.; Schulz, R.J.; Noreik, M. Association of anemia and hypoalbuminemia in German geriatric inpatients: Relationship to nutritional status and comprehensive geriatric assessment. *Z. Gerontol. Geriatr.* **2015**, *48*, 619–624. [CrossRef] [PubMed]
23. Ortega, O.; Parra, C.; Zarcero, S.; Nart, J.; Sakwinska, O.; Clavé, P. Oral health in older patients with oropharyngeal dysphagia. *Age Ageing* **2014**, *43*, 132–137. [CrossRef] [PubMed]
24. Poisson, P.; Laffond, T.; Campos, S.; Dupuis, V.; Bourdel-Marchasson, I. Relationships between oral health, dysphagia and undernutrition in hospitalised elderly patients. *Gerodontology* **2016**, *33*, 161–168. [CrossRef] [PubMed]
25. Nibali, L.; D'Aiuto, F.; Griffiths, G.; Patel, K.; Suvan, J.; Tonetti, M.S. Severe periodontitis is associated with systemic inflammation and a dysmetabolic status: A case-control study. *J. Clin. Periodontol.* **2007**, *34*, 931–937. [CrossRef] [PubMed]
26. Fi, C.; Wo, W. Periodontal disease and systemic diseases: An overview on recent progresses. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents* **2021**, *35*, 1–9. [PubMed]
27. Jordan, R.A.; Bodechtel, C.; Hertrampf, K.; Hoffmann, T.; Kocher, T.; Nitschke, I.; Schiffner, U.; Stark, H.; Zimmer, S.; Micheelis, W.; et al. The Fifth German Oral Health Study (Funfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, DMS V)—Rationale, design, and methods. *BMC Oral. Health* **2014**, *14*, 161. [CrossRef] [PubMed]
28. Ebersole, J.L.; Graves, C.L.; Gonzalez, O.A.; Dawson, D., 3rd; Morford, L.A.; Huja, P.E.; Hartsfield, J.K., Jr.; Huja, S.S.; Pandruvada, S.; Wallet, S.M. Aging, inflammation, immunity and periodontal disease. *Periodontology 2000* **2016**, *72*, 54–75. [CrossRef] [PubMed]
29. Franceschi, C.; Bonafè, M.; Valensin, S.; Olivieri, F.; De Luca, M.; Ottaviani, E.; De Benedictis, G. Inflamm-aging. An evolutionary perspective on immunosenescence. *Ann. N. Y Acad. Sci.* **2000**, *908*, 244–254. [CrossRef] [PubMed]
30. Ferrucci, L.; Corsi, A.; Lauretani, F.; Bandinelli, S.; Bartali, B.; Taub, D.D.; Guralnik, J.M.; Longo, D.L. The origins of age-related proinflammatory state. *Blood* **2005**, *105*, 2294–2299. [CrossRef] [PubMed]
31. Ballou, S.P.; Lozanski, F.B.; Hodder, S.; Rzewnicki, D.L.; Mion, L.C.; Sipe, J.D.; Ford, A.B.; Kushner, I. Quantitative and qualitative alterations of acute-phase proteins in healthy elderly persons. *Age Ageing* **1996**, *25*, 224–230. [CrossRef] [PubMed]
32. Salvioli, S.; Monti, D.; Lanzarini, C.; Conte, M.; Pirazzini, C.; Bacalini, M.G.; Garagnani, P.; Giuliani, C.; Fontanesi, E.; Ostan, R.; et al. Immune system, cell senescence, aging and longevity--inflamm-aging reappraised. *Curr. Pharm. Des.* **2013**, *19*, 1675–1679. [PubMed]
33. Fulop, T.; Larbi, A.; Dupuis, G.; Le Page, A.; Frost, E.H.; Cohen, A.A.; Witkowski, J.M.; Franceschi, C. Immunosenescence and Inflamm-Aging As Two Sides of the Same Coin: Friends or Foes? *Front. Immunol.* **2017**, *8*, 1960. [CrossRef] [PubMed]

34. Jepsen, S.; Blanco, J.; Buchalla, W.; Carvalho, J.C.; Dietrich, T.; Dörfer, C.; Eaton, K.A.; Figuero, E.; Frencken, J.E.; Graziani, F.; et al. Prevention and control of dental caries and periodontal diseases at individual and population level: Consensus report of group 3 of joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal diseases. *J. Clin. Periodontol.* **2017**, *44* (Suppl. 18), S85–S93. [CrossRef] [PubMed]
35. Schwendicke, F.; Krois, J.; Kocher, T.; Hoffmann, T.; Micheelis, W.; Jordan, R.A. More teeth in more elderly: Periodontal treatment needs in Germany 1997-2030. *J. Clin. Periodontol.* **2018**, *45*, 1400–1407. [CrossRef] [PubMed]
36. Jayasinghe, T.N.; Harrass, S.; Erdrich, S.; King, S.; Eberhard, J. Protein Intake and Oral Health in Older Adults-A Narrative Review. *Nutrients* **2022**, *14*, 4478. [CrossRef] [PubMed]
37. Barbe, A.G.; Javadian, S.; Rott, T.; Scharfenberg, I.; Deutscher, H.C.D.; Noack, M.J.; Derman, S.H.M. Objective masticatory efficiency and subjective quality of masticatory function among patients with periodontal disease. *J. Clin. Periodontol.* **2020**, *47*, 1344–1353. [CrossRef] [PubMed]
38. Tada, A.; Miura, H. Systematic review of the association of mastication with food and nutrient intake in the independent elderly. *Arch. Gerontol. Geriatr.* **2014**, *59*, 497–505. [CrossRef] [PubMed]
39. Pedersen, A.M.; Bardow, A.; Jensen, S.B.; Nauntofte, B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral. Dis.* **2002**, *8*, 117–129. [CrossRef]
40. Pedersen, A.; Sørensen, C.E.; Proctor, G.B.; Carpenter, G.H. Salivary functions in mastication, taste and textural perception, swallowing and initial digestion. *Oral. Dis.* **2018**, *24*, 1399–1416. [CrossRef] [PubMed]
41. Iwasaki, M.; Yoshihara, A.; Sato, M.; Minagawa, K.; Shimada, M.; Nishimuta, M.; Ansai, T.; Yoshitake, Y.; Miyazaki, H. Dentition status and frailty in community-dwelling older adults: A 5-year prospective cohort study. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2018**, *18*, 256–262. [CrossRef] [PubMed]
42. Trombelli, L.; Farina, R.; Pollard, A.; Claydon, N.; Franceschetti, G.; Khan, I.; West, N. Efficacy of alternative or additional methods to professional mechanical plaque removal during supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Periodontol.* **2020**, *47* (Suppl 22), 144–154. [CrossRef] [PubMed]
43. Lundberg, A.; Hillebrecht, A.L.; McKenna, G.; Srinivasan, M. COVID-19: Impacts on oral healthcare delivery in dependent older adults. *Gerodontology* **2021**, *38*, 174–178. [CrossRef] [PubMed]
44. Czwikla, J.; Rothgang, H.; Schwendicke, F.; Hoffmann, F. Dental care utilization among home care recipients, nursing home residents, and older adults not in need of long-term care: An observational study based on German insurance claims data. *J. Dent.* **2023**, *136*, 104627. [CrossRef] [PubMed]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

4. Diskussion

Die vorliegende Diskussion orientiert sich in zahlreichen Aspekten an der Publikation[1] (Abschnitt 3). Daneben wurden weitere Diskussionspunkte ergänzt.

4.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse[1] zeigen, dass die untersuchten neurogeriatrischen Patienten ohne signifikante systemische Entzündung Mundgesundheitsprobleme und reduzierte Mundhygiene mit hohen Werten für Plaque und orale Entzündung (BOP) sowie eine hohe Prävalenz von Parodontitis aufweisen. In dieser selten beschriebenen Population mit minimaler systemischer Entzündung konnte kein negativer Effekt der Mundgesundheitsprobleme und der reduzierten Mundhygiene auf routinemäßig erhobene Blutparameter festgestellt werden, die den Entzündungsstatus (CRP und Leukozyten) oder Anämie (Erythrozytenzahl, Hämoglobin, Hämatokrit, mittleres korpuskulares Volumen, mittleres korpuskulares Hämoglobin, mittlere korpuskulare Hämoglobinkonzentration, Verteilungsbreite der Erythrozyten, Ferritin und Transferrinsättigung) repräsentieren. Zwischen der Mundgesundheit und den laborchemischen Blutparametern des Ernährungszustandes (Gesamtprotein, Albumin, Vitamin B12 und Folsäure) wurde eine signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der Zähne und dem Gesamtproteingehalt festgestellt.

4.2. Auswahl Studienpopulation

Die untersuchte Studienpopulation neurogeriatrischer Patienten im stationären Setting ist in der zahnmedizinischen Forschung eine unterrepräsentierte Gruppe.[117] Im Allgemeinen weisen ältere Erwachsene eine höhere Heterogenität auf als jüngere Erwachsene.[17,111,114] Auch in der dieser Arbeit zugrundeliegenden Publikation[1] zeigt sich eine große Heterogenität innerhalb der durch definierte Ein- und Ausschlusskriterien eingegrenzten Population. So wiesen die Patienten bis zu 18 Vorerkrankungen und eine Einnahme von zwei bis 16 unterschiedlichen Medikamenten auf. Insgesamt wurden 22 Diagnosen dokumentiert, die jeweils bei mindestens zwei Patienten nachweisbar waren.[1] Der Umgang mit heterogenen Studienergebnissen in der geriatrischen Forschung stellt aufgrund der inhärenten Variabilität innerhalb der Populationen älterer Erwachsener eine große Herausforderung dar.[114,117]

4.3. Klinisch zahnmedizinische Untersuchung

Die klinisch zahnmedizinische Untersuchung erfolgte am Patientenbett.[1] Innerhalb der stationären Einrichtung gab es keine Möglichkeit der Untersuchung an einer dentalen Einheit. Die visuelle zahnmedizinische Untersuchung erfolgte dabei niederschwellig unter Zuhilfenahme einer Lupenbrille mit Licht und mit zahnmedizinischen Basisinstrumenten (Abbildung 8).

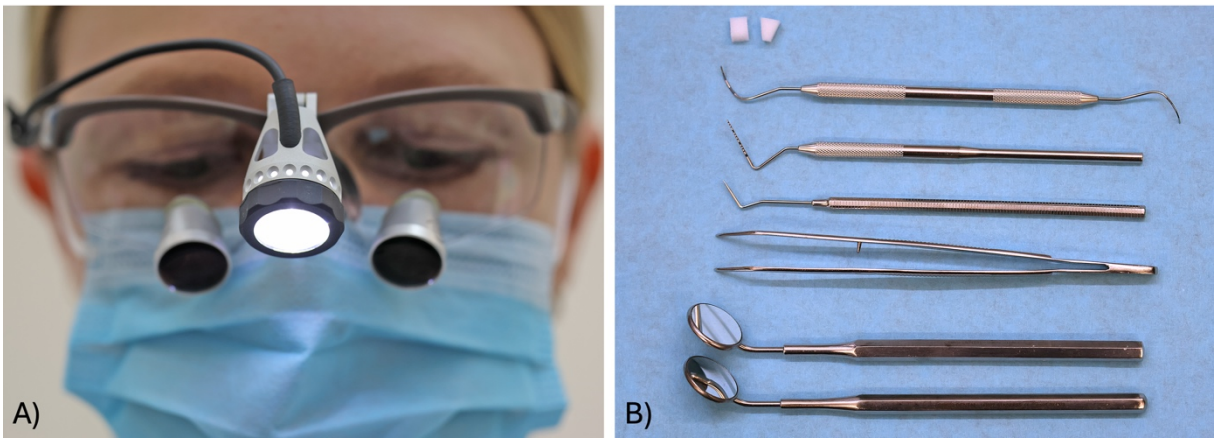

Abbildung 8 Basisinstrumentarium für die klinische zahnärztliche Untersuchung im stationären Setting. A) Lupenbrille mit LED-Lichteinheit. B) Von unten nach oben: Mundspiegel, anatomische Pinzette, zahnärztliche Sonde Figur 9, Messsonde CP15, Nabers Sonde, Schaumstoffpellet.

Durch den Wegfall des Transports zu einer Einrichtung mit einem zahnärztlichen Untersuchungs- und Behandlungsstuhl wurde die logistische und körperliche Belastung der Patienten reduziert und die Durchführung der Studie innerhalb eines getakteten Patientenalltags in der stationären neurologischen Frührehabilitation erleichtert.[118]

4.4. *Inflammaging*, Immunoseneszenz und Parodontitis

Der Zusammenhang zwischen dem Älterwerden und dem vermehrten Auftreten von Parodontalerkrankungen ist vielfach beschrieben, aber noch nicht vollständig geklärt.[21,29,39,40,80] Das Alter selbst ist zwar keine direkte Ursache, aber ältere Erwachsene weisen häufig eine höhere Parodontitisprävalenz auf. Diese Beobachtung kann auf eine kumulative orale Belastung im Laufe der Zeit, das Vorhandensein anderer chronischer (inflammatorischer) Erkrankungen sowie auf altersbedingte Veränderungen in der Reaktion des Körpers auf das orale Mikrobiom (*Inflammaging* und Immunoseneszenz) zurückgeführt werden.[90,119] In Studien mit Mausmodellen konnte gezeigt werden, dass ältere Mäuse im Vergleich zu jüngeren Mäusen ein höheres Risiko für den Verlust von Alveolarknochen und höhere proinflammatorische Zytokinspiegel aufweisen.[120] Beim Menschen werden mit zunehmender Verschlechterung des parodontalen Zustandes erhöhte Zytokinspiegel im Speichel beobachtet, während mit zunehmendem Alter die Exposition gegenüber oralen Bakterien zu einer erhöhten Konzentration von Entzündungsmediatoren im Speichel führt.[121] Altersbedingte Entzündungen reduzieren auch die Funktion der Skelettstammzellen und damit die Fähigkeit des Körpers, Knochen zu reparieren.[122]

Die Auswirkungen des Alterns auf das Immunsystem umfassen deutliche Veränderungen in der Funktion sowohl der adaptiven als auch der angeborenen Immunantwort.[123] In Studien zur Mundgesundheit älterer Menschen sollten daher Immunoseneszenz und *Inflammaging* als multifaktorielle Einflussgrößen berücksichtigt werden. Um dies zu erreichen, ist die Etablierung

geeigneter Biomarker erforderlich, die das Ausmaß altersbedingter Veränderungen des Immunsystems und des inflammatorischen Alterns darstellen. Derzeit werden IL-6, IL-1β und TNF-α für *Inflammaging* und u. a. die Veränderung der T-Zellen mit Abnahme der naiven T-Zellen und Zunahme der Gedächtnis- und seneszenten T-Zellen, Veränderungen des CD4/CD8-Verhältnisses und die Akkumulation spät differenzierter CD8- und CD28-T-Zellen als Biomarker für Immunoseneszenz diskutiert.[91] In weiteren Schritten sollten gut charakterisierte humane Kohorten identifiziert werden, um altersbedingte Veränderungen und Risikofaktoren der Immunfunktion im Hinblick auf Parodontitis besser zu verstehen und so langfristig neben klinischen Präventionsansätzen (wie der Modifikation von Risikofaktoren, insbesondere der Mundhygiene) auch auf systembiologischer Ebene die individuelle Prävention von Parodontitis durch die Optimierung der Immunfunktionen zu unterstützen.

4.5. Implikation für die tägliche Versorgung: Zahnmedizin in der neurogeriatrischen Frührehabilitation

Prognosen zufolge wird die Zahl der Krankenhausfälle der 60- bis 80-Jährigen in Deutschland von 7,61 Millionen im Jahr 2025 auf 8,3 Millionen im Jahr 2030 ansteigen. Zusammen mit den prognostizierten 5,03 Millionen über 80-Jährigen wird diese Altersgruppe mehr als 60 % aller vollstationären Krankenhausfälle ausmachen.[124] Ein Krankenhausaufenthalt kann sich negativ auf die Mundgesundheit von Patienten auswirken. So kann bei hospitalisierten Personen eine vermehrte Biofilmbildung mit Gefahr der Aspirationspneumonie festgestellt werden.[125] Hinzu kommen die o. g. Mundgesundheitsprobleme, die auch in der untersuchten Population[1] nachgewiesen werden konnten. Diese bestehen in der Regel bereits vor dem Krankenhausaufenthalt, bedingt durch allgemeinmedizinische Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahmen und eine verminderte Wahrnehmung präventiver zahnärztlicher Angebote.[21,126,127] Mundgesundheitsprobleme sind wiederum mit Gebrechlichkeit, Mangelernährung, funktionellem Abbau und reduzierter Lebensqualität verbunden.[83,85,128] Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer interdisziplinären Betreuung der Patienten unter Einbeziehung der Zahnmedizin in geriatrischen Kliniken.[129]

Die geriatrische (Früh-)Rehabilitation spielt eine wesentliche Rolle bei der Sicherung der Teilhabechancen älterer Menschen nach einer akuten Verschlechterung ihres Gesundheitszustandes.[130] Bislang ist eine flächendeckende zahnärztliche Routineversorgung für geriatrische Patienten in Krankenhäusern nicht gewährleistet. Im stationären Bereich werden in der Regel nur Notfallbehandlungen durchgeführt, während präventive zahnärztliche Maßnahmen (die über die Maßnahmen des DNQP-Expertenstandards „Förderung der Mundgesundheit in der Pflege“[109] hinausgehen) oder kleinere Eingriffe oft außer acht gelassen werden. Ein stationärer Aufenthalt könnte die Möglichkeit bieten, schwierige zahnärztliche Eingriffe, beispielsweise mit

Gefahr der Nachblutung, unter ärztlicher Begleitung durchzuführen. Dadurch könnten spätere aufwändige Transporte vermieden werden.[24] Darüber hinaus ergäben sich Chancen für diejenigen, die nach der Rehabilitation in die (ambulante Pflege in der) Häuslichkeit und nicht in ein Pflegeheim entlassen werden, wo die zahnärztliche Versorgung durch Kooperationsverträge sichergestellt sein könnte.[108] Ältere Menschen, die eine ambulante Behandlung in Anspruch nehmen, sehen sich mit Hindernissen bei der Inanspruchnahme zahnärztlicher Leistungen konfrontiert, darunter eingeschränkte Transportmöglichkeiten, finanzielle Zwänge und die Verfügbarkeit von Dienstleistungen. Faktoren wie Alter, Einkommen, Bildung und Gesundheitszustand wie chronische Erkrankungen oder kognitive Beeinträchtigungen erschweren den Zugang zusätzlich.[131]

Als Basis dazu muss die interdisziplinäre Betreuung unter Einbezug der Zahnmedizin in Krankenhäusern geregelt werden. Dafür ist es notwendig, Assessments zur Identifizierung von Risikopatienten zu etablieren, die unter anderem auch durch das Pflegepersonal erhebbar sind. Zudem ist ein Rahmen zu schaffen, um zahnärztliche Leistungen im Krankenhaus mit den gesetzlichen Krankenkassen abrechnen zu können. Es gibt bereits Screening-Instrumente, die entwickelt wurden, um die Bewertung durch nicht zahnärztliches Fachpersonal zu erleichtern. Das *Oral Health Assessment Tool*[132] und der *Revised Oral Assessment Guide*[133] sind Beispiele für solche Instrumente. Sie wurden entwickelt, um den Gesundheitszustand der Mundhöhle durch direkte Beobachtung und Abtasten zu beurteilen. Allerdings sind solche Assessments für Risikogruppen im Rahmen eines Krankenhausaufenthalts noch nicht gängige Praxis.[134] Die Umsetzung des DNQP-Expertenstandards zur „Förderung der Mundgesundheit in der Pflege“[109] setzt die Verfügbarkeit von ausreichend qualifiziertem Pflegefachpersonal voraus. Dieses muss neben anderen allgemeinmedizinischen pflegerischen Tätigkeiten auch die Erfüllung dieser Aufgabe sicherstellen. Die steigende Zahl an Pflegebedürftigen und deren Versorgung stellt jedoch eine Herausforderung für den Pflegearbeitsmarkt dar.[135]

4.6. Limitationen

Die dieser Arbeit zugrundeliegende Studie[1] ist vor allem durch das prospektiv beobachtende Studiendesign, die Verfügbarkeit von Routinelaborparametern und das Fehlen einer Kontrollgruppe limitiert. Diese Einschränkungen werden im Folgenden in Anlehnung an die Publikation[1] (Abschnitt 3) ausführlich diskutiert.

4.6.1. Rekrutierungsschwierigkeiten und identifizierte Barrieren

Die Rekrutierung der Studienteilnehmer erfolgte mittels eines Screenings der aufgenommenen Patienten durch die leitende Oberärztin des St. Marien-Hospitals. Die Rekrutierung der N = 30 erforderlichen Studienteilnehmer erfolgte von September 2021 bis Oktober 2022 anhand der im Vorfeld festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien.[1] Schwierigkeiten bei der Rekrutierung

ergaben sich aus populationsspezifischen Gegebenheiten. So wurden beispielsweise Patienten mit Zustand nach Schlaganfall und Lyse sowie Aphasie, Patienten mit respiratorischen Infektionen (insbesondere assoziiert mit Corona-Virus-Infektion [SARS-CoV-2]) und Antibiotikatherapie sowie Patienten mit reduzierter glomerulärer Filtrationsrate (unter 30 ml/min) nicht in die Studie aufgenommen. Die COVID-19-Pandemie[136] führte zusätzlichen zu erheblichen Hindernissen bei der Durchführung von Forschungen bei älteren Patienten in stationären Einrichtungen. Strenge Maßnahmen zur Infektionskontrolle, einschließlich Abriegelung und sozialer Distanzierung, schränkten den Zugang zur potenziellen Studienpopulation ein und verzögerten die Datenerhebung.[137,138]

4.6.2. Fehlende Kontrollgruppe

Aufgrund der mit dem Alter einhergehenden Zunahme von systemischen Erkrankungen und Parodontitis ist es eine Herausforderung, ältere Erwachsene zu finden, die keine dieser gesundheitlichen Probleme aufweisen. Innerhalb der untersuchten Population war es nicht möglich, genügend Patienten zu identifizieren, die keine inflammatorischen Mundgesundheitsprobleme wie Gingivitis und Parodontitis aufwiesen. Eine statistische Analyse im Sinne einer Fall- (mit Gingivitis/Parodontitis) und Kontrollgruppe (Patienten ohne gingivale und/oder parodontale Inflammation) war somit nicht möglich.

4.6.3. Laborchemische Blutparameter und Mundgesundheit

Die in der vorliegenden Publikation[1] verwendeten Blutparameter wurden im Rahmen der routinemäßigen Labordiagnostik im klinischen Alltag der neurogeriatrischen Frührehabilitation erhoben. Daraus ergeben sich die für die Analyse zur Verfügung stehenden Entzündungsparameter CRP und die Anzahl weißer Blutkörperchen ohne weitere Differenzierung nach morphologischen Kriterien wie beispielsweise Lymphozyten und neutrophile Granulozyten. In der Literatur wurden bereits mehrere weitere entzündliche Biomarker identifiziert, die mit Parodontitis in Verbindung stehen. Dazu zählen erhöhe Neutrophilenzahl sowie erhöhte IL-6, IL1, TNF-α, Matrix-Metalloproteinase (MMP)-8- und MMP-9-Serumspiegel.[67,68,139-141] Zudem gibt es Hinweise auf systemische Inflammationsindizes, die bei Patienten mit Parodontitis nachweisbar sind. Dazu zählen beispielsweise ein erhöhtes Verhältnis von Neutrophilen zu Lymphozyten und der Index der systemischen Immunentzündung (*systemic immune inflammation index*).[142] Auch im Speichel und in der Sulkusflüssigkeit sind parodontitisassoziierte Biomarker nachweisbar.[67,121] Für die untersuchte Population[1] liegen diese Parameter nicht vor.

Zusätzlich ist eine altersbedingte Heterogenität zu berücksichtigen, die sich auch bei den Laborwerten zeigt. Hier ist eine maximale Variabilität um das 70. Lebensjahr zu beobachten.[111] Es stellt sich die Frage, ob Standardlaborwerte für ältere Erwachsene ebenso zur Analyse geeignet sind wie für jüngere Erwachsene. Des Weiteren konnten in der Patientenakte CRP-

Werte bis maximal 0,4 mg/dl abgelesen werden.[1] In diesem Zusammenhang fehlen Werte, um auch geringe systemische entzündliche Veränderungen, wie sie durch chronische Erkrankungen wie Parodontitis verursacht werden, genauer zu erfassen. Das hochsensitive C-reaktive Protein (hs-CRP) könnte sich möglicherweise besser für geringgradige systemische Entzündungen eignen, da es niedrigere Entzündungswerte mit größerer Genauigkeit messen und in einem Bereich von (0,05 bis 1,0 mg/dl) detektiert werden kann.[143] Das hs-CRP wurde in dieser Population nicht im Routinelabor erhoben und stand somit für die Analyse nicht zur Verfügung.[1]

4.7. Schlussfolgerung

Stationäre neurogeriatrische Patienten in der Frührehabilitation stellen eine Hochrisikogruppe für orale Erkrankungen dar, bedingt durch defizitäre Mundhygiene, orale Inflammation und hochprävalente Parodontitis, zusätzlich negativ beeinflusst durch kurzfristige neurologische Akutereignisse. Obwohl die in dieser Studie dokumentierten oralen Erkrankungen nicht im Rahmen des neurologischen Akutereignisses oder des Aufenthalts in der Frührehabilitation entstanden sind, erscheinen sowohl der Krankenhausaufenthalt als auch mögliche neurogeriatrische Erkrankungen in Kombination mit einer zuvor reduzierten zahnärztlichen Inanspruchnahme als zusätzliches Risiko für eine zunehmende Progression oraler Erkrankungen. In einer Patientenpopulation, in der aufgrund der Ausschlusskriterien keine klinische oder laborchemische Entzündung vorliegt, zeigt diese Studie keinen Hinweis darauf, dass die orale Situation die klinische oder laborchemische systemische Gesundheit beeinflusst. In einer heterogenen neurogeriatrischen Population sind Routinelaborwerte jedoch möglicherweise nicht ausreichend, um die multifaktoriellen Einflüsse und Zusammenhänge zwischen Allgemeingesundheit und Parodontitis unter Berücksichtigung altersbedingter Veränderungen des Immunsystems zu beschreiben. In weiteren klinischen Studien zur Mundgesundheit vulnerabler Patientengruppen müssen vorab geeignete Biomarker ausgewählt bzw. etabliert werden, um die multifaktoriellen Zusammenhänge zwischen Mundgesundheit und Allgemeingesundheit in einer heterogenen Population zu untersuchen. Die dargestellte orale Situation bei neurogeriatrischen Patienten in der Frührehabilitation verdeutlicht die Notwendigkeit einer interdisziplinären Behandlungsschnittstelle zwischen Zahnmedizin und Krankenhaus. Voraussetzungen hierfür sind flächendeckende Kooperationsverträge oder ein entsprechendes analoges System, die Etablierung einer Abrechnungsregelung sowie die ausreichende Verfügbarkeit und Kapazität von Pflegefachkräften. Diese sind neben allgemeinpflegerischen Tätigkeiten im Krankenhaus für die Koordination und die Umsetzung des Expertenstandards zur Mundgesundheitsförderung in der Pflege erforderlich.

5. Literaturverzeichnis

1. Blasi AM, Derman SHM, Kunnel A, Pape P, Röhrig G, Barbe AG. Oral Health and the Association with Blood Parameters in Neurogeriatric Inpatients without Relevant Systemic Inflammation: An Observational Study. *Geriatrics (Basel)* 2024; **9**(3).

2. Statistisches Bundesamt (Destatis). Demografischer Wandel. 2025. https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

3. Statistisches Bundesamt (Destatis). Bevölkerung: Außen- und Binnenwanderungen im Überblick. 2025. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/_Grafik/_Interaktiv/ueberblick-wanderungen.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

4. Statistisches Bundesamt (Destatis). Bevölkerung nach Altersgruppen 2011 bis 2023 in Prozent Deutschland. 2024. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/bevoelkerung-altersgruppen-deutschland.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

5. Statistisches Bundesamt (Destatis). Ergebnisse der 15. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. 2022. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/Tabellen/variante-1-2-3-altersgruppen.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

6. Statistisches Bundesamt (Destatis). Statistischer bericht - Pflegevorausberechnung - deutschland und bundesländer, berichtszeitraum 2022-2070. 2023. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/03/PD23_124_12.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

7. Bundesministerium der Justiz. Gesetz zur Unterstützung und Entlastung in der Pflege (Pflegeunterstützungs- und -entlastungsgesetz — PUEG). 2023. https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/155/VO.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

8. Bundesministerium für Gesundheit. Finanzierung der sozialen Pflegeversicherung. 2024. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/online-ratgeber-pflege/die-pflegeversicherung/finanzierung.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

9. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. The hallmarks of aging. *Cell* 2013; **153**(6): 1194-217.

10. Oxenham H, Sharpe N. Cardiovascular aging and heart failure. *Eur J Heart Fail* 2003; **5**(4): 427-34.

11. Li Y, Xie L, Huang T, et al. Aging Neurovascular Unit and Potential Role of DNA Damage and Repair in Combating Vascular and Neurodegenerative Disorders. *Front Neurosci* 2019; **13**: 778.

12. Grote C, Reinhardt D, Zhang M, Wang J. Regulatory mechanisms and clinical manifestations of musculoskeletal aging. *J Orthop Res* 2019; **37**(7): 1475-88.

13. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2001; **56**(3): M146-M57.

14. Buta BJ, Walston JD, Godino JG, et al. Frailty assessment instruments: Systematic characterization of the uses and contexts of highly-cited instruments. *Ageing Res Rev* 2016; **26**: 53-61.

15. Volkert D, Bauer J, Frühwald T, et al. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2013; **38**(03): e1-e48.

16. Ukraintseva S, Yashin AI, Arbeev KG. Resilience Versus Robustness in Aging. *The Journals of Gerontology: Series A* 2016; **71**(11): 1533-4.

17. Lowsky DJ, Olshansky SJ, Bhattacharya J, Goldman DP. Heterogeneity in healthy aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014; **69**(6): 640-9.

18. Kirkwood TB. Understanding the odd science of aging. *Cell* 2005; **120**(4): 437-47.

19. Zglinicki T, Nikolaus T. Alter und Altern. In: Schmidt RF, Lang F, eds. Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007: 953-67.

20. Petersen PE, Yamamoto T. Improving the oral health of older people: the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005; **33**(2): 81-92.

21. Jordan A, Micheelis W, Cholmakow-Bodechtel C, et al. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV; 2016.

22. Barbe AG, Noack MJ. "Life begins and ends with porridge"-The need for an Oral Transition Phase of Aging. *Spec Care Dentist* 2021; **41**(5): 650-1.

23. Spinler K, Aarabi G, Valdez R, et al. Prevalence and determinants of dental visits among older adults: findings of a nationally representative longitudinal study. *BMC Health Serv Res* 2019; **19**(1): 590.

24. Nitschke I, Hahnel S. Zahnmedizinische Versorgung älterer Menschen: Chancen und Herausforderungen. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2021; **64**(7): 802-11.

25. Nitschke I, Nitschke S, Haffner C, Sobotta BAJ, Jockusch J. On the Necessity of a Geriatric Oral Health Care Transition Model: Towards an Inclusive and Resource-Oriented Transition Process. *Int J Environ Res Public Health* 2022; **19**(10).

26. Kidd EA, Richards A, Thylstrup A, Fejerskov O. The susceptibility of 'young' and 'old' human enamel to artificial caries in vitro. *Caries Res* 1984; **18**(3): 226-30.

27. Weerakoon AT, Meyers IA, Thomson DH, Cooper C, Ford PJ, Symons AL. Coronal dentin differs between young and mature adult humans: A systematic review. *Archives of Oral Biology* 2022; **144**: 105553.

28. Lim WH, Liu B, Mah SJ, Chen S, Helms JA. The molecular and cellular effects of ageing on the periodontal ligament. *J Clin Periodontol* 2014; **41**(10): 935-42.

29. Huttner EA, Machado DC, de Oliveira RB, Antunes AG, Hebling E. Effects of human aging on periodontal tissues. *Spec Care Dentist* 2009; **29**(4): 149-55.

30. Lamster IB, Asadourian L, Del Carmen T, Friedman PK. The aging mouth: differentiating normal aging from disease. *Periodontol 2000* 2016; **72**(1): 96-107.

31. Li S, Wen C, Bai X, Yang D. Association between biological aging and periodontitis using NHANES 2009-2014 and mendelian randomization. *Sci Rep* 2024; **14**(1): 10089.

32. Peyron MA, Blanc O, Lund JP, Woda A. Influence of age on adaptability of human mastication. *J Neurophysiol* 2004; **92**(2): 773-9.

33. Tada A, Miura H. Systematic review of the association of mastication with food and nutrient intake in the independent elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 2014; **59**(3): 497-505.

34. Elsig F, Schimmel M, Duvernay E, et al. Tooth loss, chewing efficiency and cognitive impairment in geriatric patients. *Gerodontology* 2015; **32**(2): 149-56.

35. Meyle J, Chapple I. Molecular aspects of the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol 2000* 2015; **69**(1): 7-17.

36. Sanz M, Herrera D, Kebschull M, et al. Treatment of stage I-III periodontitis-The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol* 2020; **47 Suppl 22**: 4-60.

37. Greenstein G, Caton J, Polson AM. Histologic characteristics associated with bleeding after probing and visual signs of inflammation. *J Periodontol* 1981; **52**(8): 420-5.

38. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 2018; **89 Suppl 1**: S173-S82.

39. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, et al. Global burden of oral conditions in 1990-2010: a systematic analysis. *J Dent Res* 2013; **92**(7): 592-7.

40. Müller F, Srinivasan M, Krause KH, Schimmel M. Periodontitis and peri-implantitis in elderly people experiencing institutional and hospital confinement. *Periodontol 2000* 2022; **90**(1): 138-45.

41. Zenthofer A, Schroder J, Cabrera T, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of oral health among older people with and without dementia. *Community Dent Health* 2014; **31**(1): 27-31.

42. Shirobe M, Edahiro A, Motokawa K, et al. Association between Dementia Severity and Oral Hygiene Management Issues in Older Adults with Alzheimer's Disease: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* 2023; **20**(5).

43. Salvatori O, Puri S, Tati S, Edgerton M. Innate Immunity and Saliva in Candida albicans-mediated Oral Diseases. *J Dent Res* 2016; **95**(4): 365-71.

44. Dawes C, Pedersen AM, Villa A, et al. The functions of human saliva: A review sponsored by the World Workshop on Oral Medicine VI. *Arch Oral Biol* 2015; **60**(6): 863-74.

45. Locker D. Dental status, xerostomia and the oral health-related quality of life of an elderly institutionalized population. *Spec Care Dentist* 2003; **23**(3): 86-93.

46. Fischer D, Ship JA. The effect of dehydration on parotid salivary gland function. *Spec Care Dentist* 1997; **17**(2): 58-64.

47. Guggenheimer J, Moore PA. Xerostomia: etiology, recognition and treatment. *J Am Dent Assoc* 2003; **134**(1): 61-9; quiz 118-9.

48. Murray Thomson W, Chalmers JM, John Spencer A, Slade GD, Carter KD. A longitudinal study of medication exposure and xerostomia among older people. *Gerodontology* 2006; **23**(4): 205-13.

49. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res* 2015; **94**(5): 650-8.

50. Gkavela G, Pappa E, Rahiotis C, Mitrou P. Dietary Habits and Caries Prevalence in Older Adults: A Scoping Review. *Dietetics* 2024; **3**(3): 249-60.

51. Schwendicke F, Krois J, Schiffner U, Micheelis W, Jordan RA. Root caries experience in Germany 1997 to 2014: Analysis of trends and identification of risk factors. *J Dent* 2018; **78**: 100-5.

52. Stein PS, Henry RG. Poor oral hygiene in long-term care. *Am J Nurs* 2009; **109**(6): 44-50; quiz 1.

53. Colombo APV, do Souto RM, da Silva-Boghossian CM, Miranda R, Lourenço TGB. Microbiology of Oral Biofilm-Dependent Diseases: Have We Made Significant Progress to Understand and Treat These Diseases? *Current Oral Health Reports* 2015; **2**(1): 37-47.

54. Petersen RC, Yaffe K. Issues and Questions Surrounding Screening for Cognitive Impairment in Older Patients. *Jama* 2020; **323**(8): 722-4.

55. Willumsen T, Karlsen L, Naess R, Bjørntvedt S. Are the barriers to good oral hygiene in nursing homes within the nurses or the patients? *Gerodontology* 2012; **29**(2): e748-55.

56. O'Malley L, Powell R, Hulme S, et al. A qualitative exploration of oral health care among stroke survivors living in the community. *Health Expect* 2020; **23**(5): 1086-95.

57. Verhoeff MC, Eikenboom D, Koutris M, et al. Parkinson's disease and oral health: A systematic review. *Arch Oral Biol* 2023; **151**: 105712.

58. Barbe AG, Bock N, Derman SHM, Felsch M, Timmermann L, Noack MJ. Self-assessment of oral health, dental health care and oral health-related quality of life among Parkinson's disease patients. *Gerodontology* 2017; **34**(1): 135-43.

59. Persson GR, Persson RE, MacEntee CI, Wyatt CC, Hollender LG, Kiyak HA. Periodontitis and perceived risk for periodontitis in elders with evidence of depression. *J Clin Periodontol* 2003; **30**(8): 691-6.

60. Takahashi S, Naganuma T, Kurita N, et al. Social Isolation/Loneliness and Tooth Loss in Community-Dwelling Older Adults: The Sukagawa Study. *Innov Aging* 2023; **7**(6): igad065.

61. Finlayson TL, Moss KL, Jones JA, Preisser JS, Weintraub JA. Loneliness and low life satisfaction associated with older adults' poor oral health. *Front Public Health* 2024; **12**: 1428699.

62. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 2018; **89 Suppl 1**: S74-S84.

63. Villoria GEM, Fischer RG, Tinoco EMB, Meyle J, Loos BG. Periodontal disease: A systemic condition. *Periodontol 2000* 2024.

64. Herrera D, Sanz M, Shapira L, et al. Association between periodontal diseases and cardiovascular diseases, diabetes and respiratory diseases: Consensus report of the Joint Workshop by the European Federation of Periodontology (EFP) and the European arm of the World Organization of Family Doctors (WONCA Europe). *J Clin Periodontol* 2023; **50**(6): 819-41.

65. González-Febles J, Sanz M. Periodontitis and rheumatoid arthritis: What have we learned about their connection and their treatment? *Periodontol 2000* 2021; **87**(1): 181-203.

66. Pizzo G, Guiglia R, Lo Russo L, Campisi G. Dentistry and internal medicine: from the focal infection theory to the periodontal medicine concept. *Eur J Intern Med* 2010; **21**(6): 496-502.

67. Gomes FI, Aragão MG, Barbosa FC, Bezerra MM, de Paulo Teixeira Pinto V, Chaves HV. Inflammatory Cytokines Interleukin-1β and Tumour Necrosis Factor-α - Novel Biomarkers for the Detection of Periodontal Diseases: a Literature Review. *J Oral Maxillofac Res* 2016; **7**(2): e2.

68. Amar S, Gokce N, Morgan S, Loukideli M, Van Dyke TE, Vita JA. Periodontal disease is associated with brachial artery endothelial dysfunction and systemic inflammation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003; **23**(7): 1245-9.

69. Wark P. Viral and bacterial interactions in pneumonia. *Expert Rev Respir Med* 2010; **4**(2): 221-8.

70. Frohnhofen H, Stieglitz S. Pneumonie im hohen Lebensalter. *Der Pneumologe* 2021; **18**(3): 174-81.

71. Demougeot L, Rolland Y, Gerard S, et al. Incidence and economical effects of pneumonia in the older population living in French nursing homes: design and methods of the INCUR study. *BMC Public Health* 2013; **13**: 861.

72. Tada A, Hanada N. Opportunistic respiratory pathogens in the oral cavity of the elderly. *FEMS Immunol Med Microbiol* 2010; **60**(1): 1-17.

73. Tada A, Miura H. Prevention of aspiration pneumonia (AP) with oral care. *Arch Gerontol Geriatr* 2012; **55**(1): 16-21.

74. Meyer KC. The role of immunity in susceptibility to respiratory infection in the aging lung. *Respir Physiol* 2001; **128**(1): 23-31.

75. Li X, Kiprowska M, Kansara T, Kansara P, Li P. Neuroinflammation: A Distal Consequence of Periodontitis. *J Dent Res* 2022; **101**(12): 1441-9.

76. Dominy SS, Lynch C, Ermini F, et al. Porphyromonas gingivalis in Alzheimer's disease brains: Evidence for disease causation and treatment with small-molecule inhibitors. *Sci Adv* 2019; **5**(1): eaau3333.

77. Teixeira FB, Saito MT, Matheus FC, et al. Periodontitis and Alzheimer's Disease: A Possible Comorbidity between Oral Chronic Inflammatory Condition and Neuroinflammation. *Front Aging Neurosci* 2017; **9**: 327.

78. Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet* 2020; **396**(10248): 413-46.

79. Lauritano D, Moreo G, Della Vella F, et al. Oral Health Status and Need for Oral Care in an Aging Population: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2019; **16**(22).

80. Broers DLM, Dubois L, de Lange J, Su N, de Jongh A. Reasons for Tooth Removal in Adults: A Systematic Review. *Int Dent J* 2022; **72**(1): 52-7.

81. Barbe AG, Javadian S, Rott T, et al. Objective masticatory efficiency and subjective quality of masticatory function among patients with periodontal disease. *J Clin Periodontol* 2020; **47**(11): 1344-53.

82. Tada A, Miura H. Association between mastication and cognitive status: A systematic review. *Arch Gerontol Geriatr* 2017; **70**: 44-53.

83. Chew J, Chia JQ, Kyaw KK, et al. Association of Oral Health with Frailty, Malnutrition Risk and Functional Decline in Hospitalized Older Adults: A Cross-Sectional Study. *J Frailty Aging* 2023; **12**(4): 277-83.

84. Halpern LR. The Geriatric Syndrome and Oral Health: Navigating Oral Disease Treatment Strategies in the Elderly. *Dent Clin North Am* 2020; **64**(1): 209-28.

85. Clark D, Kotronia E, Ramsay SE. Frailty, aging, and periodontal disease: Basic biologic considerations. *Periodontol 2000* 2021; **87**(1): 143-56.

86. Oremek G, Holzgreve F, Wanke E, Germann U, Ohlendorf D. C-reaktives Protein (CRP)–ein diagnostischer Entzündungsmarker am Beispiel ausgewählter Indikationen. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* 2024; **74**(3): 140-4.

87. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol* 2015; **15**(1): 30-44.

88. Du Clos TW, Mold C. C-reactive protein: an activator of innate immunity and a modulator of adaptive immunity. *Immunologic research* 2004; **30**: 261-77.

89. Keung EZ, McElroy LM, Ladner DP, Grubbs EG. Defining the Study Cohort: Inclusion and Exclusion Criteria. In: Pawlik TM, Sosa JA, eds. Clinical Trials. Cham: Springer International Publishing; 2020: 47-58.

90. Hajishengallis G. Too old to fight? Aging and its toll on innate immunity. *Mol Oral Microbiol* 2010; **25**(1): 25-37.

91. Liu Z, Liang Q, Ren Y, et al. Immunosenescence: molecular mechanisms and diseases. *Signal Transduct Target Ther* 2023; **8**(1): 200.

92. Gorgoulis V, Adams PD, Alimonti A, et al. Cellular Senescence: Defining a Path Forward. *Cell* 2019; **179**(4): 813-27.

93. Franceschi C, Bonafè M, Valensin S, et al. Inflamm-aging. An evolutionary perspective on immunosenescence. *Ann N Y Acad Sci* 2000; **908**: 244-54.

94. Michaud M, Balardy L, Moulis G, et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. *J Am Med Dir Assoc* 2013; **14**(12): 877-82.

95. Bakke M, Larsen SL, Lautrup C, Karlsborg M. Orofacial function and oral health in patients with Parkinson's disease. *Eur J Oral Sci* 2011; **119**(1): 27-32.

96. Maetzler W, Dodel RC, Jacobs AH. Neurogeriatrie : ICF-basierte Diagnose und Behandlung. Berlin: Springer; 2019.

97. Shakir R, Davis S, Norrving B, et al. Revising the ICD: stroke is a brain disease. *Lancet* 2016; **388**(10059): 2475-6.

98. Barnett K, Mercer SW, Norbury M, Watt G, Wyke S, Guthrie B. Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: a cross-sectional study. *Lancet* 2012; **380**(9836): 37-43.

99. Jacobs AH, Emmert K, Baron R, et al. Neurogeriatrics-a vision for improved care and research for geriatric patients with predominating neurological disabilities. *Z Gerontol Geriatr* 2020; **53**(4): 340-6.

100. Delwel S, Binnekade TT, Perez RS, Hertogh CM, Scherder EJ, Lobbezoo F. Oral health and orofacial pain in older people with dementia: a systematic review with focus on dental hard tissues. *Clin Oral Investig* 2017; **21**(1): 17-32.

101. Foley NC, Affoo RH, Siqueira WL, Martin RE. A Systematic Review Examining the Oral Health Status of Persons with Dementia. *JDR Clin Trans Res* 2017; **2**(4): 330-42.

102. Chalmers JM, Carter KD, Spencer AJ. Oral diseases and conditions in community-living older adults with and without dementia. *Spec Care Dentist* 2003; **23**(1): 7-17.

103. Chan AKY, Tamrakar M, Jiang CM, Lo ECM, Leung KCM, Chu CH. Common Medical and Dental Problems of Older Adults: A Narrative Review. *Geriatrics (Basel)* 2021; **6**(3).

104. Fereshtehnejad SM, Garcia-Ptacek S, Religa D, et al. Dental care utilization in patients with different types of dementia: A longitudinal nationwide study of 58,037 individuals. *Alzheimers Dement* 2018; **14**(1): 10-9.

105. Barbe AG, Heinzler A, Derman S, Hellmich M, Timmermann L, Noack MJ. Hyposalivation and xerostomia among Parkinson's disease patients and its impact on quality of life. *Oral Dis* 2017; **23**(4): 464-70.

106. Kiesel EK, Hopf YM, Drey M. An anticholinergic burden score for German prescribers: score development. *BMC Geriatr* 2018; **18**(1): 239.

107. Efe D, ÇOlak İ, Buduneli N. Calcium Channel Blockers-Induced Gingival Enlargements: Pathogenic Mechanisms, Clinical Findings, and Management. *Current Oral Health Reports* 2024; **11**(4): 312-7.

108. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV). Bundesmantelvertrag – Zahnärzte (BMV-Z). 2025. https://www.kzbv.de/bundesmantelvertrag.1223.de.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

109. Büscher A, Blumenberg P, Krebs M, Stehling H, Stomberg D. Expertenstandard Förderung der Mundgesundheit im der Pflege. Osnabrück: Hochschule Osnabrück, Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften; 2021.

110. Allen F, Tsakos G. Challenges in oral health research for older adults. *Gerodontology* 2024; **41**(1): 2-8.

111. Nguyen QD, Moodie EM, Forget MF, Desmarais P, Keezer MR, Wolfson C. Health Heterogeneity in Older Adults: Exploration in the Canadian Longitudinal Study on Aging. *J Am Geriatr Soc* 2021; **69**(3): 678-87.

112. Hubbard G, Downs MG, Tester S. Including older people with dementia in research: challenges and strategies. *Aging & mental health* 2003; **7**(5): 351-62.

113. Lam HR, Chow S, Taylor K, et al. Challenges of conducting research in long-term care facilities: a systematic review. *BMC Geriatr* 2018; **18**(1): 242.

114. Ferrucci L, Kuchel GA. Heterogeneity of Aging: Individual Risk Factors, Mechanisms, Patient Priorities, and Outcomes. *J Am Geriatr Soc* 2021; **69**(3): 610-2.

115. Nguyen QD, Forget MF, Zhang XS, et al. Systematic review of research barriers, facilitators, and stakeholders in long-term care and geriatric settings, and a conceptual mapping framework to build research capacity. *BMC Geriatr* 2023; **23**(1): 622.

116. Mukherjee A, Livinski AA, Millum J, et al. Informed consent in dental care and research for the older adult population: A systematic review. *J Am Dent Assoc* 2017; **148**(4): 211-20.

117. Habicht DW, Witham MD, McMurdo ME. The under-representation of older people in clinical trials: barriers and potential solutions. *J Nutr Health Aging* 2008; **12**(3): 194-6.

118. Uhlig S, Doberschutz F, Hallmann F, Salm H, Sigle JM, Pink D. Exploring the integration of dentistry within a multidisciplinary palliative care team: does bedside dental care improve quality of life and symptom burden in inpatient palliative care patients? *Support Care Cancer* 2024; **32**(8): 491.

119. López R, Smith PC, Göstemeyer G, Schwendicke F. Ageing, dental caries and periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 2017; **44 Suppl 18**: S145-s52.

120. Song Y, Chung J. Aging Aggravates Periodontal Inflammatory Responses and Alveolar Bone Resorption by Porphyromonas gingivalis Infection. *Curr Issues Mol Biol* 2023; **45**(8): 6593-604.

121. Ucan Yarkac F, Babayigit O, Gokturk O. Associations between immune-inflammatory markers, age, and periodontal status: a cross-sectional study. *Odontology* 2024; **112**(4): 1296-306.

122. Oh J, Lee YD, Wagers AJ. Stem cell aging: mechanisms, regulators and therapeutic opportunities. *Nat Med* 2014; **20**(8): 870-80.

123. Ebersole JL, Graves CL, Gonzalez OA, et al. Aging, inflammation, immunity and periodontal disease. *Periodontol 2000* 2016; **72**(1): 54-75.

124. Handelsblatt. Entwicklung der Fallzahlen in deutschen Krankenhäusern nach Altersgruppen in den Jahren von 2015 bis 2030. Statista GmbH. 2015. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/472117/umfrage/entwicklung-der-fallzahlen-in-deutschen-krankenhaeusern-nach-altersgruppen/ (letzter Zugriff 24.01.2025).

125. Terezakis E, Needleman I, Kumar N, Moles D, Agudo E. The impact of hospitalization on oral health: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2011; **38**(7): 628-36.

126. Katsoulis J, Schimmel M, Avrampou M, Stuck AE, Mericske-Stern R. Oral and general health status in patients treated in a dental consultation clinic of a geriatric ward in Bern, Switzerland. *Gerodontology* 2012; **29**(2): e602-10.

127. Nitschke I, Frank F, Muller-Werdan U, Eckardt-Felmberg R, Stillhart A. Denture-related problems of patients in acute geriatric care. *Z Gerontol Geriatr* 2022; **55**(4): 318-24.

128. Rohrig G, Pia S, Bussmann M, Kunter H, Noack MJ, Barbe AG. Do subjectively and objectively impaired oral health parameters influence geriatric assessment results in hospitalized geriatric patients? *Eur Geriatr Med* 2020; **11**(3): 465-74.

129. Kossioni AE, Maggi S, Müller F, Petrovic M. Oral health in older people: time for action. *Eur Geriatr Med* 2018; **9**(1): 3-4.

130. Wong EKC, Hoang PM, Kouri A, et al. Effectiveness of geriatric rehabilitation in inpatient and day hospital settings: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2024; **22**(1): 551.

131. Ghanbari-Jahromi M, Bastani P, Jalali FS, Delavari S. Factors affecting oral and dental services; utilization among Elderly: a scoping review. *BMC Oral Health* 2023; **23**(1): 597.

132. Chalmers JM, King PL, Spencer AJ, Wright FA, Carter KD. The oral health assessment tool--validity and reliability. *Aust Dent J* 2005; **50**(3): 191-9.

133. Ribeiro MT, Ferreira RC, Vargas AM, Ferreira e Ferreira E. Validity and reproducibility of the revised oral assessment guide applied by community health workers. *Gerodontology* 2014; **31**(2): 101-10.

134. Krausch-Hofmann S, Tran TD, Janssens B, et al. Assessment of oral health in older adults by non-dental professional caregivers-development and validation of a photograph-supported oral health-related section for the interRAI suite of instruments. *Clin Oral Investig* 2021; **25**(6): 3475-86.

135. Statistisches Bundesamt (Destatis). Pflegekräftevorausberechnung. 2025. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/pflegekraeftevorausberechnung.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

136. World Health Organization (WHO). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. 2025. https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19 (letzter Zugriff 24.01.2025).

137. Bundesministerium für Gesundheit (BMG). Coronavirus-Pandemie: Was geschah wann? 2023. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/coronavirus/chronik-coronavirus.html (letzter Zugriff 24.01.2025).

138. Richardson SJ, Carroll CB, Close J, et al. Research with older people in a world with COVID-19: identification of current and future priorities, challenges and opportunities. *Age and Ageing* 2020; **49**(6): 901-6.

139. Nakajima T, Honda T, Domon H, et al. Periodontitis-associated up-regulation of systemic inflammatory mediator level may increase the risk of coronary heart disease. *J Periodontal Res* 2010; **45**(1): 116-22.

140. Chapple ILC, Hirschfeld J, Kantarci A, Wilensky A, Shapira L. The role of the host-Neutrophil biology. *Periodontol 2000* 2023.

141. D'Aiuto F, Parkar M, Andreou G, et al. Periodontitis and systemic inflammation: control of the local infection is associated with a reduction in serum inflammatory markers. *J Dent Res* 2004; **83**(2): 156-60.

142. Walther KA, Groger S, Vogler JAH, Wostmann B, Meyle J. Inflammation indices in association with periodontitis and cancer. *Periodontol 2000* 2024; **96**(1): 281-315.

143. Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation* 2003; **107**(3): 499-511.

6. Anhang

6.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Bevölkerung in Deutschland nach Altersgruppen in den Jahren 2021, 2030 und 2040. Für die Jahre 2030 und 2040 sind die Ergebnisse der 15. koordinierten Vorausberechnung nach Variante 1 (G2-L2-W1) dargestellt.[5] 10
Abbildung 2 Vereinfachte Darstellung von verschiedenen Phasen des Alterns und typischen Altersverläufen. Modifiziert nach Zglinicki und Nikolaus (2007)[19]. 13
Abbildung 3 Parodontal vorgeschädigtes Gebiss eines 71-Jährigen mit klinischem Attachmentverlust und dadurch freiliegenden Zahnhälsen. 15
Abbildung 4 Parodontal vorgeschädigtes Gebiss eines 65-Jährigen mit klinischem Attachmentverlust und freiliegenden Zahnhälsen, unversorgten Lücken, Biofilm und aktiven Wurzelkariesläsionen. 16
Abbildung 5 Kommunikationswege oraler Pathogene im menschlichen Körper. Modifiziert nach Pizzo et al. (2010)[66]. 19
Abbildung 6 Intraoraler Zustand mit unversorgten Lücken, Biofilm, klinischem Attachmentverlust, Gingivitis und beginnenden kariösen Zahnhalsläsionen bei einem 82-jährigen Patienten mit Demenz und Polymedikation. 23
Abbildung 7 Intraoraler Zustand mit Zahnstein und Biofilm bei einer 63-jährigen Patientin mit Hypertonie und Angststörung. Zu erkennen sind Gingivahyperplasien in Regio 37 sowie in der Oberkieferfront und im zweiten Quadranten. Anamnestisch bekannt ist die Einnahme von Escitalopram und Amlodipin, was im Zusammenhang mit Zahnstein und Biofilm ein wahrscheinlicher Prädiktor für die Hyperplasien ist. 24
Abbildung 8 Basisinstrumentarium für die klinische zahnärztliche Untersuchung im stationären Setting. A) Lupenbrille mit LED-Lichteinheit. B) Von unten nach oben: Mundspiegel, anatomische Pinzette, zahnärztliche Sonde Figur 9, Messsonde CP15, Nabers Sonde, Schaumstoffpellet. 41

6.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Leitsymptome von Gebrechlichkeit nach Fried (2001)[13]. 12
Tabelle 2 Gegenüberstellung Mundhygiene und zahnmedizinische Versorgung für jüngere und ältere Senioren mit und ohne Pflegebedarf, modifiziert aus der DMS V[21]. 18

Lebenslauf

Aus datenschutztechnischen Gründen erfolgt keine Veröffentlichung meines Lebenslaufs in der elektronischen Fassung dieser Arbeit.