

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität zu Köln
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
Kommissarischer Leiter: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Michael J. Wicht

**Risikoindikatoren
für
veränderte chemosensorische Wahrnehmung im
höheren Alter**

Inauguraldissertation zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Mara-Zoe Hummelsheim
aus Köln

promoviert am 14. Februar 2023

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

2022

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachterin: Privatdozentin Dr. med. Dr. med. dent. A. G. Barbe
2. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. R. J. Wiesner

Erklärung

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

Frau PD Dr. Dr. Greta Barbe
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Uniklinik Köln
AG Präventive Seniorenzahnmedizin

Frau Dr. Stefanie Hamacher
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik (IMSB) der Universität zu Köln

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 erhobenen Daten wurden mit der Unterstützung von Frau Dr. Stefanie Hamacher (IMSB) und Frau PD Dr. Dr. Greta Barbe von mir selbst ausgewertet.

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

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, 12.09.2022

Unterschrift: .....

Danksagung

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

Mein Dank gilt an erster Stelle meiner Doktormutter Frau PD Dr. Dr. Greta Barbe für die ausgezeichnete Betreuung und die große Unterstützung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit.

Ich danke ebenfalls meiner Freundin und Kollegin Juliane für ihre Unterstützung während der Datenerhebung.

Ein besonderer Dank kommt meinen Eltern und meinem Freund Stefan zu, die mich auf meinem Weg durch das Studium begleitet und mir stets Zuversicht gegeben haben.

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. ZUSAMMENFASSUNG	8
2. EINLEITUNG	9
2.1. Risikofaktor und Risikoindikator	10
2.2. Speichelfluss	10
2.2.1. Sekretion und Zusammensetzung	10
2.2.2. Funktionen	11
2.3. Mundtrockenheit	13
2.3.1. Definition	13
2.3.2. Ätiologie	13
2.3.3. Folgen	15
2.4. Chemosensorische Perzeption	16
2.4.1. Anatomie und Physiologie	16
2.4.2. Bedeutung des Speichels für die Wahrnehmung von Aromen	18
2.5. Chemosensorische Dysfunktion	20
2.5.1. Ätiologie	20
2.5.2. Folgen	22
2.5.3. Prävalenzen von Geruchs- und Geschmacksproblemen in verschiedenen Altersgruppen	23
2.5.4. Geruchs- und Geschmacksprobleme in Verbindung mit Mundtrockenheitsbeschwerden	25
2.6. Fragestellung	26
3. MATERIAL UND METHODEN	27
3.1. Ethik und Registrierung	27
3.2. Datenanalyse	27
3.3. Erhebung Klinischer Parameter	27
3.3.1. Orale Untersuchung	27
3.4. Messung der Mundtrockenheit	28

3.4.1. Xerostomische visuelle Analogskala (xVAS)	28
3.4.2. Sialometrie	29
3.5. Geruchs- und Geschmackstestung	30
3.6. Statistische Auswertung	32
4. ERGEBNISSE	34
4.1. Klinische Charakteristika	34
4.2. Geruchs- und Geschmacksperzeption	36
4.3. Menschen mit Pflegebedarf	37
4.4. Regressionsanalyse	40
5. DISKUSSION	41
5.1. Diskussion der Ergebnisse	41
5.2. Limitation	49
5.3. Schlussfolgerung	50
6. LITERATURVERZEICHNIS	51
7. ANHANG	58
7.1. Abbildungsverzeichnis	58
7.2. Tabellenverzeichnis	58
7.3. Befundbogen	59
8. VORABVERÖFFENTLICHUNG VON ERGEBNISSEN	62

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Abb.	Abbildung
BMI	Body Mass Index
CA VI	Carboanhydrase VI
CPITN	Community Periodontal Index of Treatment Needs
CRF	Case report form
DMFT	Decayed/Missed/Filled Teeth
DMS V	Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie
DRKS	Deutsches Register für klinische Studien
Gl.	Glandula
Ig	Immunglobulin
IQR	Interquartilsabstand
MH	Mara-Zoe Hummelsheim
Mm	Millimolar
MUC	Muzin
N.	Nervus
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
RCI	Root Caries Index
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
xVAS	Xerostomische Visuelle Analogskala

1. Zusammenfassung

Eine veränderte chemosensorische Wahrnehmung stellt ein häufiges Symptom bei Menschen im fortgeschrittenen Lebensalter dar. Trotz der bekannten Bedeutung einer ausreichenden Speichelmenge für die Wahrnehmung von Aromen, wurden mögliche Zusammenhänge einer chemosensorischen Dysfunktion mit einer reduzierten Speichelfließrate und dem damit verbundenem Mundtrockenheitsgefühl bislang wissenschaftlich nicht hinreichend untersucht. Objektive und subjektive Mundtrockenheit per se sind mit allgemeinmedizinischen Risikofaktoren des höheren Lebensalters wie Polypharmazie oder bestimmten chronischen Erkrankungen assoziiert. Das Ziel dieser retrospektiven Datenanalyse bestand darin, das Geschmacks- und Geruchsempfinden bei älteren Menschen zu objektivieren und mögliche Zusammenhänge zwischen einer veränderten chemosensorischen Wahrnehmung und Mundtrockenheit sowie weiteren, für ältere Menschen relevanten Risikofaktoren zu ermitteln. Hierzu wurden N=185 Patientenakten retrospektiv ausgewertet. N=119 Datensätze zeigten Auffälligkeiten in den vorliegenden Befunden zu Mundtrockenheit. Grundlage der Datensätze waren Ergebnisse der unstimulierten und stimulierten Speichelmengenmessung, die subjektiv empfundene Mundtrockenheit auf einer VAS-Skala zwischen 0 und 10, die Ergebnisse der Testung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, der oralen zahnärztlichen Untersuchung und der allgemeinmedizinischen Anamnese. Patienten mit Xerostomie (VAS) oder Hyposalivation (reduzierte unstimulierte oder stimulierte Speichelfließraten) zeigten im Vergleich zu Patienten ohne Mundtrockenheit keine erhöhten Raten für eine veränderte chemosensorischer Wahrnehmung. In der Analyse weiterer Risikofaktoren zeigten Patienten mit Pflegebedarf ein höheres Risiko für eine chemosensorische Dysfunktion als Patienten ohne Pflegebedarf. Weitere Risikofaktoren für eine veränderte Geruchs- und Geschmackswahrnehmung waren ein hohes Lebensalter, eine hohe Zahl chronischer Erkrankungen sowie eine hohe Zahl der täglich eingenommenen Medikamente. Zudem zeigten Patienten mit Mundtrockenheit und Patienten mit Pflegebedarf einen signifikant schlechteren oralen Gesundheitszustand als die jeweiligen Kontrollen. Menschen mit Pflegebedarf haben ein erhöhtes Risiko für das gleichzeitige Auftreten der drei Symptome „veränderte chemosensorische Wahrnehmung“, „reduzierte orale Gesundheit“ und „Mundtrockenheit“. Diese Symptome, insbesondere jedoch die veränderte Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, können einzeln und durch gegenseitige Verstärkung zu einer reduzierten Nahrungsaufnahme bis hin zu einer Mangelernährung von älteren, gebrechlichen Personen führen und somit die vulnerable Gesundheit dieser Patientengruppe maßgeblich schwächen. Aus diesem Grund sollte den beschriebenen Symptomen bei Patienten in höheren Lebensaltern durch das Unterstützungsumfeld mehr Aufmerksamkeit zuteilwerden.

2. Einleitung

Der Anteil älterer Menschen in der Bevölkerung wird in den nächsten Jahrzehnten in Deutschland stark wachsen, wobei insbesondere die Zahl der Menschen mit Pflegebedarf, die unter chronischen Grunderkrankungen leiden und täglich eine Vielzahl von Medikamenten einnehmen, zunehmen wird¹. Auch aus zahnmedizinischer Sicht ergeben sich durch diese Entwicklung neue Herausforderungen, da die Mundgesundheit dieser Patientengruppe, anders als bei jungen gesunden Menschen, in dem Kontext einer vulnerablen Allgemeingesundheit betrachtet werden muss. Einhergehend mit einem geschwächten Allgemeinzustand, ist auch die orale Gesundheit oftmals beeinträchtigt². Die Gründe hierfür liegen zum einen in der unzureichenden, gut dokumentierten Mundhygiene(-fähigkeit)^{3,4}, aber auch chronische Grunderkrankungen und insbesondere die begleitende Medikation können weitreichende Folgen auf die orale Gesundheit haben. 17 bis 40 % der Menschen mit Pflegebedarf leiden an einer Xerostomie (subjektiv empfundene Mundtrockenheit) und 15 – 23 % von ihnen an einer Hyposalivation (objektiv messbare Verringerung der Speichelfließrate)⁵. Vor dem Hintergrund der großen Bedeutung eines suffizienten Speichelangebots für die orale Gesundheit sind die Folgen einer reduzierten Speichelfließrate weitreichend und können – neben anderen Munderkrankungen – aufgrund der daraus resultierenden eingeschränkten Kau- und Schluckfähigkeit zu einer reduzierten Nahrungsaufnahme bis hin zu einer Mangelernährung führen⁶⁻⁸. Besonders für gebrechliche, ältere Menschen ist ein adäquater Ernährungszustand essenziell, da die vulnerable Gesundheit dieser Patientengruppe durch eine Mangelernährung zusätzlich geschwächt wird⁹. Im Hinblick auf den langfristigen Erhalt der allgemeinen Gesundheit älterer Menschen rücken die Mundgesundheit und Risikofaktoren für Munderkrankungen, die die Nahrungsaufnahme negativ beeinflussen könnten, stärker in den Fokus.

Auch die häufig veränderte Geruchs- und Geschmackswahrnehmung kann bei älteren Personen zu einer verringerten Nahrungszufuhr führen⁹⁻¹¹ und wurde mit dem Vorliegen einer Xerostomie assoziiert¹²⁻¹⁴. Im Hinblick auf die große Bedeutung des Speichels auf die Freisetzung von Aromen scheint ein Zusammenhang dieser beiden Symptome wahrscheinlich. Deshalb soll in der vorliegenden retrospektiven Analyse der Zusammenhang einer veränderten Geruchs- und Geschmackswahrnehmung mit dem Vorliegen einer subjektiven oder objektiven Mundtrockenheit sowie weiteren klinischen Charakteristika von Menschen im höheren Lebensalter – wie Alter, chronische Grunderkrankungen, Medikamenteneinnahme und Pflegebedarf – untersucht werden.

2.1. Risikofaktor und Risikoindikator

Risikofaktor und Risikoindikator sind nicht gleichbedeutend. Unter einem Risikofaktor werden Gegebenheiten oder Umstände beschrieben, die das Risiko für das Auftreten einer Krankheit erhöhen. Ein Risikofaktor steht in einem kausalen Zusammenhang mit der Erkrankung und ist somit auch stets eine Ursache der Erkrankung¹⁵. Ein Risikoindikator hingegen weist keinen (bisher durch wissenschaftliche Daten belegten) kausalen Zusammenhang mit der beschriebenen Krankheit auf. Vielmehr stellt ein Risikoindikator ein Merkmal dar, das auf eine Erkrankung hinweist oder mit einem erhöhten Erkrankungsrisiko assoziiert ist¹⁵. Die in dieser retrospektiven Arbeit ausgewerteten Faktoren stellen somit Risikoindikatoren dar, da anhand dieser Arbeit keine Kausalität nachgewiesen werden konnte.

2.2. Speichelfluss

2.2.1. Sekretion und Zusammensetzung

Innervation. Die Speichelproduktion wird vegetativ gesteuert; jede Speicheldrüse steht unter dem Einfluss sowohl parasympathischer als auch sympathischer Fasern. Parasympathische, viszeromotorische Signale entspringen den Speichelkernen (Nucleus salivatorius superior und inferior), während die sympathischen, vasokonstriktischen Signale aus dem Ganglion zervikale superius des Halssympathikus stammen. Beide Fasern gelangen gemeinsam über die Hirnnerven zu den Speicheldrüsen. Dabei führt ein parasympathischer Impuls zu einem dünnflüssigen Spülspeichel und ein sympathischer Impuls zu einem zähen, muzinreichen Speichel¹⁶. Die vagalen Speichelkerne werden zusätzlich von höheren Gehirnzentren wie dem limbischen System und dem Geruchs- und Geschmackszentrum im Cortex moduliert, wodurch es ebenfalls zu einer Beeinflussung der Speichelproduktion kommen kann¹⁷.

Es wird zwischen der unstimulierten und der stimulierten Speichelproduktion differenziert, die aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen verschiedene Aufgaben erfüllen. Der unstimulierte Speichel wird hauptsächlich (zu 60 %) von der Gl. submandibularis produziert und nur zu 25 % von der Gl. parotis. Im Gegensatz dazu wird der stimulierte Speichel maßgeblich von der Gl. parotis (50 %) gebildet, wodurch er beispielsweise weniger Glykoproteine und mehr Bikarbonate enthält¹⁸.

Ruhespeichel. Der ständige Fluss des unstimulierten Ruhespeichels sorgt für eine konstante Feuchtigkeit der Mundschleimhaut, wobei die Fließrate einem zirkadianen Rhythmus folgt: das Sekretionsminimum liegt in der Nacht und das Maximum am Nachmittag¹⁹. Die durchschnittliche Menge liegt bei 0,3 – 0,4 ml/min mit einer hohen Standardabweichung²⁰.

Stimulierter Speichel. Im Gegensatz zu der kontinuierlichen Produktion des Ruhespeichels wird die stimulierte Speichelproduktion reflektorisch erregt. Auslösende Reize hierfür sind vor allem Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen sowie Kaubewegungen^{21,22}, aber auch das Sehen und Denken an Lebensmittel können im Sinne eines konditionierten Reflexes die Speichelproduktion anregen¹⁸. Die Geschmacksimpulse und mechanischen Stimuli gelangen über afferente Bahnen des N. glossopharyngeus, des N. facialis, des N. trigeminus und des N. vagus in die Speichelkerne der Medulla oblongata, von wo aus die Speichelsekretion anschließend stimuliert wird. Der stimulierte Speichel erreicht Fließraten von 1,5 – 2,0 ml/min¹⁸.

Sekretion. Die Speichelproduktion beginnt in den Drüsenendstücken mit der Bildung des plasma-isotonen Primärspeichels, der anschließend in den Ausführungsgängen durch Rückresorption von Natrium- und Kaliumionen und durch Sekretion von Bikarbonat und Kalium zu dem hypotonen Sekundärspeichel modifiziert wird²³. Im Vergleich zu dem hypotonen Ruhespeichel ist der stimulierte Speichel weniger hypoton, da er schneller produziert wird und so weniger Zeit für die Rückresorption der Salze verbleibt. Zudem wurde festgestellt, dass die Bikarbonat-Konzentrationen in stimulierten Speichelproben im Vergleich zu unstimulierten Speichelproben stark steigen (von < 5 mM auf > 20 mM), was vermuten lässt, dass die Bikarbonat-Sekretion im Zuge des Speichelreflexes verstärkt stimuliert wird¹⁷.

2.2.2. Funktionen

Eine der wichtigsten Funktionen des Speichels besteht darin, die Mundhöhle feucht und gleitfähig zu halten. Dafür verantwortlich sind vor allem Muzine, die aus Glykoproteinen bestehen und durch Einlagerung von Wasser für die Viskosität des Speichels sorgen. Mithilfe der Muzine MUC5B und MUC7 wird ein Schleimhaut-Pellikel auf allen Oberflächen der Mundhöhle gebildet, sodass dieses Pellikel als Gleitmittel fungiert, sobald Oberflächen aneinanderreiben, wie zum Beispiel beim Sprechen oder Kauen²⁴. Die Dicke dieses Pellikels liegt bei durchschnittlich 0,1 mm^{20,25}, wobei es in den verschiedenen Regionen der Mundhöhle unterschiedliche Dicken bemessen kann²⁶. Befinden sich Nahrungsmittel in der Mundhöhle, werden diese durch den Speichel aufgeweicht und durch Muzine gleitfähig gemacht. Durch die Bildung dieses gleitfähigen Nahrungsbolus wird das Schlucken von Nahrung ermöglicht und es wird gleichzeitig verhindert, dass es durch harte Lebensmittel zu Verletzungen oder Abrieb der Mund- und Ösophagealschleimhaut kommt^{27,28}.

Ein beständiger Speichelfluss und der damit verbundene unbewusste Schluckvorgang bewirken zudem eine permanente mechanische Reinigung, sodass nicht anhaftende Epithelzellen, Leukozyten, Mikroorganismen und Nahrungsreste in der Mundhöhle minimiert werden. Insbesondere die Verdünnung der Reste von kariogenen Nahrungsmitteln wie

Glukose, Saccharose oder auch säurehaltige Bestandteile sollte aus kariesprophylaktischer Sicht möglichst rasch erfolgen^{20,29}. Je geringer die Speichelfließrate jedoch ist, desto geringer ist auch diese spülende Wirkung¹⁸.

Neben der Mundschleimhaut sind auch die Zähne von einer schützenden, gleitfähigen Schicht umgeben, die hauptsächlich aus Glykoproteinen und anderen Proteinen des Speichels besteht und als „Schmelzpellikel“ bezeichnet wird. Auf diese Weise wird der Reibungskoeffizient zwischen antagonistischen Zähnen reduziert und die Abrasion und Attrition der Zahnhartsubstanz infolgedessen verringert³⁰. Außerdem sind im Speichel Phosphat- und Kaliumionen in einer so hohen Konzentration enthalten, dass der Speichel hinsichtlich dieser Ionen eine übersättigte Lösung darstellt. Somit können die in der Demineralisationsphase gelösten Ionen aus der Zahnoberfläche in der Remineralisationsphase ersetzt werden, sodass keine initiale Kariesläsion entsteht³¹. Eine weitere, wichtige kariesprophylaktische Funktion des Speichels stellt dessen Puffersystem dar. Bei gesteigerter Säurezufuhr steigt die Speichelfließrate stark an, da Säure den stärksten Stimulus für die Speichelproduktion darstellt²⁰. Aufgrund der überproportional stark zunehmenden Bikarbonatkonzentration bei einer gesteigerten Speichelfließrate (s. 2.2.1.) können die Säuren schneller neutralisiert werden und ein Anstieg des Speichel-pH-Wertes wird rascher erreicht. Somit wird die Demineralisationsphase verkürzt und das Kariesrisiko wird verringert³¹.

Speichel enthält zahlreiche antimikrobiell wirksame Proteine, die zusammen mit einer entsprechenden Mundhygiene ein gesundes Gleichgewicht der Mundflora halten können. Mithilfe dieser antimikrobiellen Eigenschaften des Speichels kann eine Wundinfektion in der Mundhöhle in der Regel verhindert werden^{20,32}. Zudem ist durch den Speichel aufgrund von weiteren Aspekten, wie der Feuchthaltung und dem Bereitstellen verschiedener Wachstumsfaktoren, eine schnellere Wundheilung als außerhalb des Mundes möglich²⁰.

Immer wieder wird diskutiert, ob im Speichel enthaltene Enzyme bereits an der Verdauung beteiligt sind. So ist im Speichel zwar α -Amylase enthalten, ein Enzym, das Stärke in Maltose, Maltotriose und Dextrine spaltet, allerdings wird dieses durch den niedrigen pH-Wert im Magen-Darm-Trakt inaktiviert und wirkt somit nur in der Mundhöhle³¹. Eine größere Bedeutung für die Verdauung stellt die bereits erwähnte Bildung eines Nahrungsbolus dar, da dieser, von Muzin bedeckt, den Schluckvorgang ermöglicht. Des Weiteren wird die Verdauung bereits in der Mundhöhle stimuliert, indem die Produktion der Magensäure durch Geschmacksstimuli angeregt wird⁸.

2.3. Mundtrockenheit

2.3.1. Definition

Unter den Begriff der Mundtrockenheit fallen sowohl die objektivierbare Hyposalivation als auch die subjektiv beschriebene Xerostomie, die zwar eng miteinander assoziiert sind, aber dennoch voneinander abgegrenzt werden müssen. Die objektiv messbare Hyposalivation ist durch einen messbar verminderten Speichelfluss gekennzeichnet und steht dem Krankheitsbild der Xerostomie, die allein den subjektiv wahrgenommen trockenen Mund beschreibt, gegenüber. Mundtrockenheitsbeschwerden können als eine Kombination aus subjektiver und objektiver Mundtrockenheit angesehen werden, die zusätzlich durch funktionelle und zahnmedizinische Beschwerden infolge der Mundtrockenheit verstärkt werden können.

Zur Diagnostik einer Hyposalivation werden sowohl der stimulierte als auch der unstimulierte Speichelfluss gemessen. Diese Methode wird als Sialometrie bezeichnet³³. Welche Speichelmenge als signifikant reduziert angesehen wird und somit zu einer Hyposalivation führt, wird in der Literatur unterschiedlich beschrieben³³, wobei des Öfteren auf die Einteilung nach Ericsson und Hardwick verwiesen wird³⁴.

Da eine Xerostomie definitionsgemäß allein von dem Empfinden der betreffenden Person bedingt wird, werden zur Diagnostik hauptsächlich Fragebögen und visuelle Analogskalen verwendet³⁵.

Obwohl der häufigste Grund für die Entstehung einer Xerostomie eine Hyposalivation ist, weisen nicht alle Xerostomie-Patienten eine verminderte Speichelfließrate auf und gleichzeitig treten im Falle einer Hyposalivation nicht zwangsläufig die Symptome einer Xerostomie ein. Bei dem Versuch, die beiden Krankheitsbilder in einen festen Bezug zueinander zu setzen, beschrieben Dawes et al., dass Patienten von einer Xerostomie berichten, sobald die Normsalivation um 40-50 % reduziert ist³⁶.

2.3.2. Ätiologie

Trotz der unterschiedlichen Definitionen von Xerostomie und Hyposalivation werden die Prävalenzen, Ursachen und Folgen dieser beiden Krankheitsbilder in der Literatur oftmals gemeinsam beschrieben, da sie weitestgehend deckungsgleich sind.

Medikamente. Zu den häufigsten Ursachen einer Xerostomie und einer Hyposalivation zählt die Einnahme bestimmter Medikamente^{5,37}. So zeigt eine Studie von Field et al. mit 1103 Personen, dass eine Medikamenteneinnahme einen größeren Risikofaktor für das Entstehen einer Xerostomie darstellt als das Lebensalter³⁸. Medikamente, zu deren Nebenwirkungen eine Hyposalivation oder eine Xerostomie zählen, sind zahlreich (ihre Anzahl wird auf 80 %

der am häufigsten verschriebenen Medikamenten geschätzt^{39,40}) und wurden zuletzt von Wolff et al. in einer umfassenden Liste aufgeführt⁴¹. Hierzu zählen vor allem Medikamente, die die Weiterleitung von Signalen an Synapsen des vegetativen Nervensystems steuern und somit auch die Rezeptoren an den Drüsenzellen der Speicheldrüsen beeinflussen, wodurch es zu einer verringerten Speichelfließrate und/oder einer Xerostomie kommen kann^{39,41,42}. Ebenso beeinflussen einige Medikamente die Zusammensetzung des Speichels, was zu Veränderungen der Viskosität führen und somit eine Xerostomie begünstigen kann⁴³, obwohl eine Hyposalivation in einem derartigen Fall nicht immer nachweisbar ist⁴⁴.

Stärker jedoch als der Einfluss bestimmter Medikamente scheint die absolute Anzahl der eingenommenen Medikamente auf das Ausmaß und die Entstehung einer Xerostomie oder Hyposalivation zu sein^{5,45}, da sich der Effekt auf die Speicheldrüsen durch Interaktionen zwischen den verschiedenen Medikamenten („drug-drug-interactions“) verstärkt⁴⁶. Die Polypharmazie, die vor allem bei älteren Patienten aufgrund der eintretenden Multimorbidität besteht, stellt somit einen der am besten beschriebenen Risikofaktoren zur Entstehung einer Xerostomie und Hyposalivation dar⁴⁷.

Alter. Xerostomie und Hyposalivation sind bekannte Probleme älterer Menschen⁴⁷. Studien zufolge liegt die Prävalenz sowohl für eine Xerostomie^{37,39} als auch für eine Hyposalivation⁴⁸ in der Bevölkerung der über 60-Jährigen bei rund 30 %. Die Bedeutung des Lebensalters für die Entstehung einer Xerostomie oder Hyposalivation ist noch nicht endgültig geklärt. Auf der einen Seite wird diskutiert, dass die Speicheldrüsen älterer Menschen weniger effizient sezernieren, da der Anteil der Azinuszellen in den Speicheldrüsen mit zunehmendem Alter abnimmt und durch Fett ersetzt wird^{45,49}. Andererseits wird vermutet, dass dieser Verlust kompensiert wird, da einige Studien zeigen, dass das Alter allein kein Faktor ist, der den Speichelfluss beeinflusst^{5,45,50}. Dennoch steigt die Prävalenz von Xerostomie und Hyposalivation mit dem Alter deutlich an⁵ und es wird angenommen, dass vor allem eine regelmäßige Medikamenteneinnahme, insbesondere die Polypharmazie, dafür verantwortlich ist^{47,51}. Somit erscheint das Lebensalter vielmehr ein Risikoindikator als ein Risikofaktor für eine Xerostomie und Hyposalivation zu sein.

Allgemeinerkrankungen. Patienten mit Sjögren-Syndrom leiden in den meisten Fällen unter einer Xerostomie und/oder Hyposalivation, da Mundtrockenheitsbeschwerden und Keratokonjunctivitis sicca die Leitsymptome dieser Autoimmunerkrankung sind⁵². So berichten nahezu alle Sjögren-Syndrom-Patienten über eine Xerostomie⁵ und weisen eine geringere Speichelfließrate auf^{53,54}.

Wird bei Tumoren im Kopf- oder Halsbereich eine Strahlentherapie durchgeführt, erleiden die Speicheldrüsen in Abhängigkeit von der kumulativen Strahlendosis irreparable Schäden, was

in den meisten Fällen zu einer Hyposalivation und/oder Xerostomie führt⁵⁵. So zeigt eine Studie von Dirix et al., dass 93 % der Patienten, die bis zu sechs Monate vor der Befunderhebung aufgrund eines Tumors im Kopf oder Halsbereich bestrahlt wurden, unter einer Xerostomie litten³⁵.

Des Weiteren wird auch Diabetes Mellitus mit dem Auftreten einer Xerostomie und einer Hyposalivation assoziiert^{45,47,56}. Schlecht eingestellte Typ-2-Diabetiker⁵⁷ und Typ-1-Diabetiker⁵⁸ weisen eine geringere Speichelfließrate auf und berichten häufiger über eine Xerostomie⁵⁸ als Menschen ohne eine Diabetes-Erkrankung.

Morbus Parkinson wurde ebenfalls mit einer Xerostomie in Verbindung gebracht; Studien zeigen, dass etwa die Hälfte der Parkinson-Patienten an einer Xerostomie leiden^{59,60}. In diesen Fällen muss allerdings beachtet werden, dass die Xerostomie durch die begleitenden Medikamente dieser Krankheiten (z.B. Anticholinergika, Dopaminantagonisten) verstärkt wird.

Weitere Faktoren. Frauen haben generell eine geringere Speichelfließrate als Männer⁵ und sind häufiger von einer Xerostomie betroffen⁶¹. Weitere Risikofaktoren für eine Xerostomie sind das Tragen von Prothesen⁶², Angst und Depressionen^{44,63} sowie chronischer Stress⁶⁴. Außerdem zeigen Studien, dass Menschen mit Pflegebedarf ein größeres Risiko für das Auftreten einer Xerostomie⁶⁵ und einer Hyposalivation^{65,66} haben als Menschen ohne Pflegebedarf.

2.3.3. Folgen

Aufgrund der zahlreichen Funktionen des Speichels sind die Folgen eines reduzierten Speichelflusses weitreichend und wirken sich gravierend auf die Mundgesundheit und die mundbezogene Lebensqualität aus.

Erscheinungsbild. An Patienten, die unter einer verminderten Speichelfließrate leiden, lassen sich häufig charakteristische Ausprägungen aufgrund dieser Dysfunktion beobachten. So sind die Lippen oftmals trocken und eingerissen und es tritt häufig eine Cheilitis angularis auf⁶⁷. Die Mundschleimhaut wirkt blass, rissig und dünn und der Speichel ist zähflüssig oder schaumig, während der typische Speichelsee im Mundboden zumeist fehlt⁶⁸. Außerdem ist der Zungenrücken häufig furchig unterteilt und die filiformen Papillen sind atrophiert⁶⁹.

Mundgesundheit. Die gesamte orale Gesundheit ist durch den verminderten physikalischen, chemischen und immunologischen Schutz des Speichels geschwächt. So ist das Risiko, an einer oralen Candidose (zumeist durch *Candida albicans* ausgelöst) zu erkranken, bei Patienten mit einer Hyposalivation höher⁷⁰, was zudem mit dem Auftreten von Aspirationspneumonien assoziiert ist⁴⁷. Als Folge der verringerten Speichelfließrate ist eine

reduzierte Spül- und Pufferwirkung sowie eine verminderte antimikrobielle Aktivität des Speichels zu verzeichnen, was zu einem erhöhten Risiko für Karies, vor allem an Wurzelflächen und Schneidekanten, führt^{40,71}. Die schützende Muzin-Schicht auf der Mundschleimhaut ist bei mundtrockenen Patienten dünner³⁷, wodurch die Mundschleimhaut in Verbindung mit der eingeschränkten antimikrobiellen Wirkung anfälliger für eine Mukositis ist⁶⁹. Das vermehrte Auftreten von Gingivitis und Parodontitis wird ebenfalls mit einer Hyposalivation assoziiert⁶⁹.

Lebensqualität. Patienten mit einer Xerostomie leiden häufig unter dem sogenannten „Burning Mouth Syndrome“^{44,72}, an einer Halitosis³⁹ und haben des Öfteren Schwierigkeiten beim Sprechen und Schlucken^{39,44}. Eine Studie von Arslan et al. zeigt, dass Menschen mit einer Xerostomie weniger zufrieden mit den Aspekten „Kauen harter Lebensmittel“, „Schmecken“, „Sprechen“ und „Tragekomfort von Prothesen“ sind als Menschen ohne Xerostomie⁶². Diese Probleme reduzieren die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität deutlich⁷³⁻⁷⁵ und können eine soziale Isolation begünstigen^{47,73}.

Allgemeine Gesundheit. Allgemeinmedizinisch betrachtet sind die Auswirkungen einer Hyposalivation und Xerostomie auf die Nahrungsaufnahme hervorzuheben. So ist die Kauleistung von Patienten mit einer verringerten Speichelfließrate deutlich geringer als die von Patienten mit einer physiologischen Speichelfließrate⁷⁶. Außerdem wird, wie oben beschrieben, der Vorgang der Nahrungsaufnahme durch eine Xerostomie häufig als deutlich erschwert wahrgenommen, sodass sowohl eine Xerostomie als auch eine Hyposalivation den Kau- und Schluckvorgang erheblich beeinträchtigen können. Studien zeigen, dass es aus diesen Gründen zu einer verminderten Nahrungszufuhr bis hin zur Malnutrition kommen kann⁶⁻⁸. Somit wird deutlich, dass eine Xerostomie und eine Hyposalivation zu einem Abbau der allgemeinen Gesundheit, insbesondere von vulnerablen Patientengruppen, beitragen können.

2.4. Chemosensorische Perzeption

2.4.1. Anatomie und Physiologie

Geschmack. Geschmacksreize werden von rund 5000 Geschmacksknospen wahrgenommen, die sich vor allem auf der Zunge, aber auch auf der Epiglottis, am Gaumen und im Rachen befinden^{77,78}. Auf der Zunge sind die Geschmacksknospen in den Papillae circumvallatae, Papillae foliatae und Papillae fungiformes verortet. In jeder Geschmacksknospe sind bis zu 100 sekundäre Sinneszellen, die sich elektronenmikroskopisch in drei, zum Teil vier Typen einteilen lassen⁷⁸. Es können fünf

verschiedene Geschmacksqualitäten wahrgenommen werden: salzig, sauer, süß, bitter und umami.

Salzige und saure Substanzen werden über einfache Ionenkanäle vermittelt, während die Geschmacksqualitäten bitter, süß und umami über G-Protein-vermittelte Rezeptoren erkannt werden. Salziger Geschmack wird über den Natriumeinstrom durch einen passiven Ionenkanal und saurer Geschmack über eine steigende Protonenkonzentration vermittelt.

Die Geschmäcker süß und umami werden über T1-Rezeptoren vermittelt, die drei Gene umfassen: so aktivieren süßschmeckende Stoffe den T1R2-T1R3-Rezeptor und für einen herzhaften Geschmack (umami) aktivieren Glutaminsäure und weitere Aminosäuren den T1R1-T1R2-Rezeptor^{23,77}. Bittere Geschmäcker werden über die T2-Rezeptoren vermittelt, die über 20 Gene umfassen und somit sensibel für verschiedene Bitterstoffe sind. Dies lässt auf die evolutionär entstandene Relevanz schließen, bittere Geschmacksstoffe zu erkennen, da diese häufig toxische Wirkungen auf den Organismus ausüben können⁷⁹.

Durch die Erregung der Sinneszellen werden postsynaptisch spezifische Erregungsmuster generiert, die von speziell viserosensiblen Fasern des N. facialis (vorderes Drittel der Zunge), des N. glossopharyngeus (Zungengrund) und des N. vagus (Pharynx und Larynx) weitergeleitet werden. Über den Nucleus tractus solitarii teilen sich die Fasern in drei Stränge: 1) für die bewusste Geschmackswahrnehmung ziehen Fasern über den Thalamus (VPM) zum Gyrus postcentralis. Zusammen mit Fasern des olfaktorischen Systems zieht ein Strang zum 2) Hypothalamus für die Regulation vegetativer Funktionen und ein anderer zur 3) Amygdala für die Verknüpfung mit Emotionen²³. Außerdem ziehen von dem Nucleus tractus solitarii ausgehend direkte Kollaterale zu den Speicheln, die dem Speichelreflex dienen¹⁶.

Riechen. Die Nasenhöhle ist mit einem respiratorischen Flimmerepithel ausgekleidet, wobei sich das Sinnesepithel der Riechschleimhaut nur in den oberen Nasenmuscheln, der Nasenkuppel und in Teilen des Septums befindet⁸⁰. Duftstoffe können sowohl über die Umgebung (orthonasales Riechen), als auch über den Mundraum (retronasales Riechen) zur Riechschleimhaut gelangen⁸¹. Innerhalb des Sinnesepithels der Riechschleimhaut zieht von jeder Sinneszelle ausgehend jeweils ein Dendrit zur Oberfläche des Epithels, aus dem 5 – 10 olfaktorische Zilien entspringen²³. In der Plasmamembran der Zilien befinden sich G-Proteingekoppelte Chemorezeptoren, von denen etwa 339 verschiedene im menschlichen Körper existieren⁸². Auf der Riechschleimhaut liegt ein Schleim, der von den Bowman-Drüsen sezerniert wird und Proteine enthält, die Duftstoffe binden und sie somit zugänglich für die Geruchsrezeptoren der Zilien machen. Diese geruchsbindenden Proteine („Odorant-Binding-Proteins“) konnten im Nasenschleim der restlichen Nasenschleimhaut nicht gefunden werden⁸³. Jede Sinneszelle besitzt nur einen Rezeptortyp, jedoch können die chemischen Untereinheiten der Duftstoffmoleküle an verschiedene Rezeptoren binden (mit unterschiedlich

starken Affinitäten), sodass es für jeden Duftstoff ein spezielles Muster an aktivierten Rezeptoren gibt: sogenannte Rezeptorcodes. Aufgrund der hohen Anzahl der möglichen Kombinationen von aktivierten Rezeptoren, kann das olfaktorische System unter einer nahezu unbegrenzten Anzahl an Duftstoffen differenzieren⁸⁴. Da die olfaktorischen Sinneszellen vom primären Typ sind, generieren sie selbst Aktionspotenziale, die von zentral gerichteten Axonen (Fila olfactoria) zum Bulbus olfactorius weitergeleitet werden. Von dort aus ziehen die Fasern als Tractus olfactorius nach dorsal und teilen sich im weiteren Verlauf in die olfactoria lateralis und medialis. Die Fasern der Stria olfactoria lateralis projizieren zur Amygdala, zum präpiriformen Kortex (primäre Riechrinde) und zum entorhinalen Kortex, während die Fasern der medialen Stria olfactoria zum Tuberculum olfactorium und zur Area septalis ziehen⁸⁰.

Zusammenhang der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Die Wahrnehmung von Aromen wird in der Literatur als eine Integration verschiedener Sinneswahrnehmungen zu einem funktionellen sensorischen System verstanden („crossmodal perception“). Demnach sorgen sowohl Geschmacksreize und somatosensorische Eindrücke aus der Mundhöhle sowie olfaktorische Wahrnehmungen für das Empfinden eines Aromas^{85,86}. Dabei wird die Aromaidentität in den meisten Fällen von dem olfaktorischen Anteil des Sinneseindrucks definiert⁸⁵, wobei retronasale Gerüche relevanter zu sein scheinen als orthonasale^{85,86}. Die wichtigsten Gehirnareale für die Integration der verschiedenen Sinneseindrücke zu einem Aromaeindruck befinden sich in der Insula, dem Operculum, dem orbitofrontalen Kortex, dem anterioren cingulären Kortex und in der Amygdala^{85,86}.

2.4.2. Bedeutung des Speichels für die Wahrnehmung von Aromen

Kurzfristige Funktionen. Um Aromastoffe aus festen Lebensmitteln wahrnehmen zu können, benötigt der Mensch den Speichel als Lösungsmittel. Speichel verdünnt jegliches Lebensmittel, das in die Mundhöhle gelangt, wodurch zunächst potenziell giftige Substanzen erkannt und schnell ausgespuckt werden können²⁰. Durch die Verflüssigung der Nahrung während des Kauvorgangs entsteht ein Nahrungsbolus, aus dem sich die Geschmacksstoffe lösen und so durch den Speichel zu den Geschmacksknospen diffundieren können⁸⁷. Flüchtige Aromastoffe treten aus dem Speichel aus und gelangen retronasal zum Riechepithel⁸⁸. Während des Kauvorgangs nimmt der Bolus zunehmend Speichel auf, wodurch sich die Kontaktfläche zwischen Bolus und der Mund-Rachen-Schleimhaut vergrößert und die Aromafreisetzung begünstigt wird²⁰. Der zunehmend verflüssigte Nahrungsbolus ist schließlich einer der Hauptfaktoren, der den Schluckvorgang auslöst⁸⁸. Entsprechend der verbesserten Aromafreisetzung aus dem Bolus mit zunehmender Flüssigkeit ist die Wahrnehmung des Aromas zu dem Zeitpunkt, kurz bevor der Schluckvorgang einsetzt, am intensivsten⁸⁹. Da einige Lebensmittelbestandteile auch nach

dem Schluckvorgang an der Mundschleimhaut haften, können sie auch noch dann wahrgenommen werden, wenn die Nahrung bereits vollständig geschluckt wurde⁸⁸.

In der Vergangenheit wurde immer wieder diskutiert, ob bestimmte Speichelproteine ebenfalls an der Geschmackswahrnehmung beteiligt sind, was jedoch bisher nicht bewiesen werden konnte⁹⁰. Der einzige Bestandteil des Speichels, der durch eine chemische Reaktion mit einem Geschmacksstoff den Geschmack nachweislich verändern kann, ist Bikarbonat. Dieses schwächt die Intensität eines sauren Geschmackes durch seine Pufferwirkung ab, da so weniger Wasserstoffionen die Geschmacksrezeptoren erreichen können^{50,87}.

Langfristige Funktionen. Durch den bereits beschriebenen Muzinfilm, der die gesamte Mundschleimhaut bedeckt, werden auch die Geschmacksrezeptoren vor mechanischen und physikalischen Belastungen sowie vor einer Austrocknung geschützt. Gleichzeitig werden die Geschmacksknospen durch die antibakteriellen Eigenschaften des Speichels vor Infektionen geschützt. Der im Speichel enthaltene epidermale Wachstumsfaktor (EGF) regt die Erneuerung der Geschmackszellen an und trägt somit wesentlich zum Erhalt der Geschmacksknospen bei⁹¹. Die Zusammensetzung des Speichels bestimmt zudem, wie empfindlich die Geschmackszellen auf Aromastoffe reagieren. Das liegt daran, dass sich die Geschmacksrezeptoren an Konzentrationen des umgebenden Milieus anpassen und erst dann ein überschwelliges Signal auslösen, wenn eine höhere Konzentration eines Stoffes auf einen Rezeptor trifft. Dabei stimulieren diese Stoffe, wie beispielsweise Natrium- und Kalium-Ionen, kontinuierlich die Geschmacksrezeptoren, ohne jedoch ein überschwelliges Signal auszulösen. Hierbei ist es von Bedeutung, dass der unstimulierte Speichel, der die Geschmacksknospen ständig umspült, hypoton ist, sodass die Erkennungsschwelle für salzige Geschmäcker möglichst niedrig gehalten wird^{20,50,87}.

Ebner-Spüldrüsen. Die gesonderte Rolle der Ebner-Spüldrüsen für die Geschmackswahrnehmung ist durch ihre Funktion, die Wallgräben der circumvallaten und foliaten Geschmackspapillen zu spülen, unbestritten. Ob darüber hinaus weitere Aspekte der Spüldrüsen für die Geschmacksfunktion von Bedeutung sind, wurde bisher in nur wenigen Studien untersucht. In der Studie von Morris-Wiman et al. fiel auf, dass die Funktion der circumvallaten Geschmackspapillen von der Entfernung der sublingualen und submandibulären Speicheldrüse nicht betroffen war⁹¹. Infolgedessen vermuteten die Wissenschaftler, dass spezielle Wachstumsfaktoren in den Ebner-Spüldrüsen enthalten sind, die den Erhalt der circumvallaten Geschmackspapillen sichern. Zu einer ähnlichen Annahme gelangten Leinonen et al. Sie zeigten, dass die Ebner-Spüldrüsen das Enzym CA VI (ein Isoenzym der Kohlendäureanhydrase) sezernieren und dass dieses Enzym den Prozess der Apoptose in den Geschmacksknospen reduziert⁹². Sie stellten so die Hypothese auf, dass CA

VI als Wachstumsfaktor für die circumvallaten Geschmackspapillen fungiert. Außerdem wurde in der Vergangenheit diskutiert, ob das von den Ebner-Spüldrüsen produzierte „Von-Ebner-Gland-Protein“ (VEG-Protein), ähnlich dem „Odorant-Binding Protein“ der Riechschleimhaut, lipophile Aromastoffe bindet, um diese den Geschmacksrezeptoren zu präsentieren⁹³, was jedoch noch nicht bewiesen werden konnte.

2.5. Chemosensorische Dysfunktion

Patienten können nur selten zwischen Geruchs- und Geschmacksproblemen unterscheiden, da die Aromawahrnehmung, wie beschrieben, aus der Integration von drei Sinneswahrnehmungen entsteht (s. 2.4.1.). So leiden nur etwa 5 % der Patienten, die sich in einer Klinik aufgrund von Geschmacksproblemen vorstellen, auch tatsächlich unter Geschmacksproblemen, während ein Großteil der Probleme im olfaktorischen System verortet sind⁹⁴.

2.5.1. Ätiologie

Die Ursachen für das Auftreten von Geschmacks- und Geruchsproblemen sind vielfältig, da zahlreiche Organe an dem korrekten Funktionieren dieser Sinneswahrnehmungen beteiligt sind (s. 2.4.1.). Folglich wird die Diagnostik generell erschwert und funktioniert am besten in einem multidisziplinären Kontext⁹⁵. Dementsprechend hoch ist die Anzahl der Erkrankungen, die die chemosensorische Wahrnehmung beeinträchtigen können. Hierzu zählen Tumoren, Stoffwechselerkrankungen, Infektionen und viele weitere Krankheiten, weswegen an dieser Stelle auf andere Übersichtsarbeiten verwiesen wird⁹⁵⁻⁹⁸. Weitere Faktoren, die zu einer gestörten Geruchs- und Geschmackswahrnehmung führen können, sind Traumata, Allergien und die Exposition gegenüber toxischen Substanzen⁹⁵⁻⁹⁸.

Alter. Die Prävalenz von Riechstörungen nimmt mit dem Alter zu (s. 2.5.3.) und eine Abnahme der Riechfähigkeit durch das Alter scheint durch mehrere Faktoren erklärbar. Dazu zählt unter anderem die kumulative Schädigung des Riechepithels durch Umwelteinflüsse, der zunehmende Ersatz des Riechepithels durch respiratorisches Epithel und die Abnahme der schützenden Stoffwechsellzyme in der Riechschleimhaut^{96,99}. Die Bedeutung der einzelnen Faktoren ist jedoch noch nicht hinreichend geklärt⁹⁹ und es wird immer wieder diskutiert, inwieweit das Alter an sich Einfluss auf eine olfaktorische Beeinträchtigung hat oder ob nicht vielmehr altersbedingte Ereignisse, wie Erkrankungen und eine Medikamenteneinnahme, dafür verantwortlich sind. So tritt nach Hummel et al. eine häufig beobachtete, eingeschränkte Riechfähigkeit im Alter (s. 2.5.3.) nicht zwangsläufig bei jedem Menschen auf. Vielmehr scheint

sie die allgemeine Gesundheit widerzuspiegeln, da „erfolgreich Gealterte“ weitgehend normale Riechschwellen zeigen¹⁰⁰.

Die altersbedingte Abnahme der Geschmacksfähigkeit ist deutlich geringer als die altersbedingte Abnahme der Riechfähigkeit und doch steigt die Prävalenz auch für Geschmacksstörungen mit dem Alter an (s. 2.5.3.). Es existieren Studien, die eine Veränderung der Membranen in Geschmackszellen mit steigendem Alter zeigen¹⁰¹ oder beweisen, dass die Anzahl der Geschmacksknospen im Alter abnehmen^{102,103}, jedoch ist bisher unklar, ob diese Effekte auch unabhängig von altersbedingten Ereignissen eine Beeinträchtigung der Geschmackswahrnehmung im Alter hervorrufen¹⁰⁴. Bartoshuk fand heraus, dass zwar bestimmte Bereiche der Zunge älterer Menschen erhöhte Geschmacksschwellen aufweisen, testete man jedoch den gesamten Mund, waren die Geschmacksschwellen ähnlich derer von jüngeren Personen. Sie führt dies auf die Redundanz der Geschmacksbahn zurück – in dem Sinne, dass die Weiterleitung von Geschmacksreizen über drei Nerven abgesichert ist (s. 2.4.1.)¹⁰⁵. Aus diesem Grund sind laut Hummel et al. Geschmacksprobleme so viel seltener zu beobachten als Geruchsprobleme¹⁰⁰. Sowohl Bartoshuk als auch Hummel sehen durch diese Redundanz die biologische und evolutionäre Bedeutung des Geschmackssinns bestätigt^{100,105}.

Medikamente. Die häufigste Ursache für Geruchs- und Geschmacksprobleme ist die Einnahme von Medikamenten¹⁰⁶. Es wird von rund 250 Medikamenten ausgegangen, die auf unterschiedlichen Weisen Störungen der chemosensorischen Wahrnehmung hervorrufen können, sowohl auf Rezeptorebene, als auch bei der peripheren und zentralen Weiterleitung von Signalen⁹⁶. Dabei haben die Reaktionen verschiedener Medikamente untereinander („drug-drug-interactions“) einen besonders negativen Einfluss auf die chemosensorische Wahrnehmung, sodass vor allem die Anzahl der eingenommenen Medikamente das Ausmaß der Beeinträchtigung bestimmt¹⁰⁶.

Zudem kann die medikamenteninduzierte Beeinträchtigung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung zusätzlich über den Speichel verstärkt werden. Einerseits aufgrund einer medikamenteninduzierten Hyposalivation, die besonders im Falle einer Polypharmazie gleichzeitig mit einer medikamenteninduzierten Beeinträchtigung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung auftreten kann¹⁰⁷, und andererseits durch Abbauprodukte von Medikamenten im Speichel selbst, die Geschmacksirritationen hervorrufen und den Geschmacksübertragungsweg stören können^{96,108}.

Orale Faktoren. Die Fähigkeit der Aromaperzeption wird von der oralen Gesundheit beeinflusst. Eine übergeordnete Rolle spielt die Kaufähigkeit, die in Kombination mit einer ausreichender Speichelmenge die Bildung eines Nahrungsbolusses und somit die

Aromawahrnehmung ermöglicht (s. 2.4.2.). Ist die Kaufähigkeit durch Zahnverlust, Prothesen oder Mundtrockenheitsbeschwerden eingeschränkt, führt dies zu einem reduzierten Geschmackserlebnis¹⁰⁹. Gaumenbedeckende Prothesen haben zusätzlich eine Beeinträchtigung der Aromawahrnehmung zu Folge, da die Geschmacksstoffe die Geschmacksknospen am Gaumen nicht erreichen können¹⁰⁹.

Mundschleimhauterkrankungen und orale Pilzinfektionen können ebenfalls Geschmacksprobleme auslösen¹¹⁰. Generell haben Personen mit einer unzureichenden Mundhygiene ein höheres Risiko, an Geschmacksproblemen zu leiden als Personen mit einer guten Mundhygiene. Das liegt einerseits an dem negativen Effekt von Belägen und der erhöhten Bakterienanzahl im Mundraum auf die Geschmackswahrnehmung¹¹¹ und andererseits an den langfristigen Folgen einer insuffizienten Mundhygiene, zu denen (wie oben beschrieben) Mundschleimhaut- und orale Pilzkrankungen sowie Zahnverlust und die Notwendigkeit von Prothesen zählen.

Des Weiteren können auch Tumore, Dysplasien und Operationen im Kopfbereich zu einer beeinträchtigten chemosensorischen Wahrnehmung führen¹¹⁰.

Zinkmangel. Durch einen Zinkmangel kann die Geschmackswahrnehmung beeinträchtigt werden¹¹², so lassen sich ca. 14,5 % der Geschmacksstörungen auf einen Zinkmangel zurückführen⁹⁷. Durch eine Mangelernährung¹¹³ sowie die Einnahme bestimmter Medikamente (Chelatbildner) kann es besonders bei alten Menschen zu einem Zinkmangel kommen, der zu einer verringerten Regenerationsfähigkeit der Geschmacksknospen führen kann¹¹⁴. Durch die daraus resultierende beeinträchtigte Geschmackswahrnehmung kann es zu einer weiteren Verstärkung der Mangelernährung kommen, sodass ein Zinkmangel sowohl Auslöser als auch Folge einer Mangelernährung sein kann⁹⁷.

2.5.2. Folgen

Die Folgen von Geruchs- und Geschmacksproblemen für die betreffenden Personen sind weitreichend und setzen die Lebensqualität, bedingt durch soziale und gesundheitliche Faktoren, nachweislich herab^{10,115}. Die angeborene Warnung vor mikrobiellen und physikalischen Gefahren ist durch die chemosensorische Dysfunktion beeinträchtigt, sodass eine erhöhte Gefahr besteht, verdorbene Lebensmittel nicht zu erkennen oder Gas und Feuer nicht zu bemerken^{10,116-118}. In einer Studie mit 445 Personen, die sich zwischen 1983 und 2001 einem Geruchstest unterzogen, wurde gezeigt, dass die Personen mit einer olfaktorischen Beeinträchtigung signifikant häufiger gefährlichen Situationen aufgrund dieser Beeinträchtigung ausgesetzt waren als die jeweiligen Kontrollen¹¹⁸.

Neben der Warnung vor schädlichen Umwelteinflüssen stellt die Regulation der Nahrungsaufnahme eine weitere wichtige Funktion der Geruchs- und

Geschmackswahrnehmung dar. Die chemosensorische Wahrnehmung hat einen großen Einfluss auf die Bildung eines Hungergefühls und ist maßgeblich für die Auswahl der Lebensmittel verantwortlich^{10,11}. Appetit kann durch Geruchs- und Geschmacksreize angeregt oder auch gehemmt werden, abhängig von der chemosensorischen Vorerfahrung mit diesem Sinneseindruck sowie der Bewertung dieses Eindrucks¹¹⁷. Bereits während einer Mahlzeit kann durch einen Geschmacksreiz ein Sättigungsgefühl generiert werden, sodass durch Geruchs- und Geschmackseindrücke nicht nur die Wahl des Lebensmittels beeinflusst wird, sondern auch die verzehrte Menge¹¹⁷.

Im Hinblick auf die große regulatorische Bedeutung der chemosensorischen Wahrnehmung auf die Ernährung ist es nicht verwunderlich, dass sich das Essverhalten durch eine Störung dieser Sinneswahrnehmung in den meisten Fällen verändert¹¹⁵. Diese Veränderungen sind sehr individuell, haben jedoch in den meisten Fällen einen negativen Einfluss auf die Ernährung und damit auch auf die Gesundheit. Duffy et al. berichten, dass Menschen mit einer olfaktorischen Dysfunktion eine signifikant höhere Menge süßer und kalorienreicher Speisen zu sich nehmen als Menschen ohne eine solche Dysfunktion¹¹⁹. Zudem wird häufig beobachtet, dass betreffende Personen ihr Essen vermehrt würzen, öfter Ketchup, Mayonnaise oder Sour Cream benutzen¹²⁰ und Lebensmittel bevorzugen, die intensiver schmecken^{121,122}.

Durch den eingeschränkten Aromaeindruck gewinnt die Textur für das Esserlebnis erheblich an Bedeutung¹¹⁹⁻¹²¹. So berichten Patienten häufig darüber, seit Beginn ihrer chemosensorischen Dysfunktion vermehrt cremige Texturen zu bevorzugen^{119,121}.

Neben Veränderungen der Nahrungsmittelauswahl ist häufig eine Veränderung der eingenommenen Nahrungsmittelmenge zu beobachten. Während einige Patienten versuchen, dem Wunsch nach einem Geschmackserlebnis durch den Konsum größerer Mengen nachzukommen^{115,117,121}, ist ein Rückgang des Appetitempfindens deutlich häufiger zu beobachten^{11,115,118,123}. Studien zeigen, dass 20 bis 39 % der Patienten mit einer chemosensorischen Dysfunktion weniger essen, seitdem sie unter dieser Beeinträchtigung leiden^{115,122}, und dass es infolgedessen zu einem Gewichtsverlust bis hin zu einer Unterernährung kommen kann^{10,11,124}. Aufgrund der bekannten, negativen Folgen einer Unterernährung auf die allgemeine Gesundheit, kann somit eine eingeschränkte Geruchs- und Geschmackswahrnehmung zu einem Abbau der allgemeinen Gesundheit, insbesondere von älteren Menschen, beitragen.

2.5.3. Prävalenzen von Geruchs- und Geschmacksproblemen in verschiedenen Altersgruppen

In epidemiologischen Studien sind große Spannweiten der Prävalenzen von chemosensorischen Dysfunktionen zu finden. Doty analysierte in einer kürzlich erschienen,

umfassenden Übersichtsarbeit diese Varianz. Demnach sind vor allem die Verwendung verschiedener Testmethoden und die unterschiedlichen Definitionen einer Anomalie für die Varianz der Prävalenzen verantwortlich¹²⁵. Vergleiche zwischen den Studien und Aussagen über allgemeingültige Prävalenzen sind deshalb nur eingeschränkt möglich¹²⁵. Hauptrisikofaktoren für Störungen der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung sind in erster Linie das Alter^{103,105,124,126} und das männliche Geschlecht^{98,124,127-129}, aber auch andere Faktoren scheinen einen negativen Einfluss auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung zu haben, wie zum Beispiel ein schlechter Allgemeinzustand (vor allem Herz-Kreislauf-Erkrankungen^{98,124,128}), neurodegenerative Erkrankungen¹³⁰, Nasenpolypen^{127,129}, Tabakkonsum^{98,129} und die Exposition gegenüber Umweltgiften¹²⁵.

Riechen. Die Riechfähigkeit nimmt mit dem Alter ab^{99,127}, wobei sowohl die Unterscheidung von Geruchsqualitäten, die Wahrnehmung der Geruchsintensität als auch das Geruchsgedächtnis beeinträchtigt sind^{123,126}.

In einer großangelegten Querschnittsstudie von Murphy et al. wurde die Riechfähigkeit an 2491 Personen in einer Altersspanne von 53 bis 97 Jahren getestet. Während die generelle Prävalenz für Riechstörungen bei 24,5 % lag, war sie bei den über 80-Jährigen bei 62,5 %⁹⁸. Ähnliche Ergebnisse wurden in einer schwedischen Studie mit 1387 Personen festgestellt, hier lag die generelle Prävalenz für Geruchsstörungen bei 19,1 % und bei den über 80-Jährigen bei 62 %¹²⁷. Eine deutlich geringere Prävalenz wurde in einer Studie im Rahmen der „NHANES“ mit 1281 Personen ermittelt. Hier lag sie in der Altersgruppe der über 80-Jährigen bei 39,4 %¹³. Des Weiteren wurden auch jüngere Altersgruppen untersucht. In einer Studie von Liu et al. lag die Prävalenz für Geruchsstörungen in der Altersgruppe der über 70-Jährigen bei 37,2 % (Männer) und 25,2 % (Frauen) und die generelle Prävalenz bei 13,5 %¹²⁸. Eine Studie von Schubert et al. zeigt eine Gesamtprävalenz von 3,8 % und bei den über 65-Jährigen eine Prävalenz von 13,9 %¹²⁹.

Zusammenfassend liegt die generelle Prävalenz für Riechstörungen zwischen 3,8 und 24,5 % und die der über 80-Jährigen zwischen 39,4 und 62,5 %. Karpa et al. stellten die Hypothese auf, dass sich die Wahrscheinlichkeit, an Geruchsstörungen zu leiden, ab dem 60. Lebensjahr mit jedem Lebensjahrzehnt verdoppelt¹³⁰, was, übereinstimmend mit den hier aufgeführten Studien, als grober Richtwert angesehen werden kann.

Geschmack. Es existieren bedeutend weniger wissenschaftliche Artikel zu Geschmacks- als zu Geruchsveränderungen. Dennoch zeigen einigen Studien, dass ältere Personen signifikant höhere Schwellenwerte zur Geschmackserkennung benötigten als jüngere¹³¹⁻¹³⁵, wobei wenig über das Ausmaß der Dysfunktion berichtet wird und übereinstimmende Prävalenzzahlen bisher fehlen¹³³.

In einer schwedischen Studie von Bergdahl et al. lag die generelle Prävalenz für Geschmacksstörungen bei 2,5 % und die der über 60-Jährigen bei 5,1 %¹². Die Prävalenz von Geschmacksstörungen scheint bei Menschen mit Pflegebedarf deutlich höher zu sein als bei Menschen ohne Pflegebedarf. So zeigte eine Studie von Glazar et al., dass die Prävalenz von Geschmacksstörungen bei Personen mit Pflegebedarf bei 14 % lag, wohingegen die von Menschen ohne Pflegebedarf nur 3 % betrug⁶⁶. Schiffmann beschrieb den Geschmacksverlust älterer Personen nach der Auswertung verschiedener Studien mit dem Faktor „4,7“, was bedeutet, dass ältere Menschen 4,7 mal mehr Moleküle oder Ionen benötigen, um einen bestimmten Geschmack zu identifizieren¹⁰⁶.

Andererseits existieren gleichzeitig Studien, die berichten, dass im Alter keine Verschlechterung der Geschmackswahrnehmung eintritt^{128,136}.

Nach dem aktuellen Wissensstand scheint jedoch Konsens darüber zu bestehen, dass die altersbedingte Abnahme der Schwellenempfindlichkeit im Geschmackssystem deutlich geringer ist als die im Geruchssystem^{102,126,135,137}.

2.5.4. Geruchs- und Geschmacksprobleme in Verbindung mit Mundtrockenheitsbeschwerden

Inwiefern eine Xerostomie oder eine Hyposalivation die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinflussen, ist bislang nicht hinreichend erforscht und die Heterogenität der Daten erlaubt keine eindeutigen Aussagen^{138,139}. So liegen auf der einen Seite Studien vor, die keine Assoziationen der Faktoren Xerostomie⁶⁵ oder Hyposalivation^{65,66} mit Geschmacksproblemen feststellen konnten. Auf der anderen Seite existieren bedeutend mehr Studien, die eine solche Assoziation zeigen. Kamel et al. untersuchten Sjögren-Syndrom-Patienten (zu deren Leitsymptomen eine Hyposalivation zählt, s. 2.5.1.), und fanden heraus, dass sowohl die Geruchs- als auch die Geschmacksfähigkeit im Vergleich zu den gesunden Kontrollen reduziert war, wobei die Geschmacksfunktion stärker beeinträchtigt war¹⁴⁰. Auch Weiffenbach zeigte, dass Sjögren-Syndrom-Patienten mit einer Hyposalivation höhere Schwellenwerte zur Geschmackserkennung benötigten als gesunde Kontrollen, wobei intensive Geschmäcker gleich gut erkannt wurden¹³⁴. In einer japanischen Studie konnte ebenfalls ein Zusammenhang zwischen einer Hyposalivation und Geschmacksstörungen festgestellt werden; hier waren die Speichelfließraten der Personen mit Geschmacksstörungen signifikant geringer als die Speichelfließraten der Personen ohne Geschmacksstörungen¹⁴¹.

Zwei weitere Studien stellten einen Zusammenhang zwischen einer Xerostomie und Geschmacksproblemen fest. So waren in einer Studie mit einer vergleichsweisen jungen Kohorte (Alter zwischen 20 und 69 Jahre) Geschmacksstörungen mit einer Xerostomie assoziiert, während die Prävalenz erwartungsgemäß mit dem Alter anstieg¹². Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Rawal et al., die feststellten, dass das Risiko, an Geschmacksstörungen

zu leiden, für Patienten mit einer Xerostomie mehr als doppelt so hoch ist als für Patienten ohne eine Xerostomie¹⁴.

Ein möglicher Zusammenhang von Mundtrockenheitsbeschwerden mit Geruchsstörungen wurde bisher nur selten untersucht. Es liegen jedoch Studien vor, die zeigen, dass Personen mit einer Xerostomie ein erhöhtes Risiko für Geruchsstörungen aufweisen^{13,14}.

2.6. Fragestellung

Angesichts der dargestellten Bedeutung suffizienter Speichelfließraten für die chemosensorische Perzeption stellt sich die Frage, ob diese durch eine Hyposalivation oder Xerostomie gerade in einem höheren Lebensalter beeinflusst wird und Mundtrockenheit somit als Risikoindikator für eine chemosensorische Dysfunktion angesehen werden kann. Da auch die Mundtrockenheit mit verschiedenen, allgemeinmedizinischen Risikofaktoren des höheren Alters assoziiert ist, sollten in der vorliegenden, retrospektiven Analyse die Zusammenhänge zwischen chemosensorischer Funktion, subjektiver und objektiver Mundtrockenheit sowie weiteren relevanten allgemeinmedizinischen Risikofaktoren untersucht werden, um Risikoindikatoren für eine chemosensorische Dysfunktion im höheren Lebensalter zu identifizieren.

3. Material und Methoden

3.1. Ethik und Registrierung

Die vorliegende Studie wurde von der Ethikkommission der Universität zu Köln genehmigt (Antragsnummer 17-414) und von dem Deutschen Register für Klinische Studien (DRKS) unter der Nummer DRKS00024130 registriert.

3.2. Datenanalyse

In dieser Querschnittsstudie wurden die Daten von 185 Patienten retrospektiv ausgewertet. Die Patienten hatten sich in dem Zeitraum von 02/2018 bis 08/2020 in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität zu Köln aufgrund von Mundtrockenheitsbeschwerden in der Sprechstunde für Mundtrockenheit oder in der allgemeinen Poliklinik vorgestellt oder waren Teil von klinischen Untersuchungen zur Thematik Mundtrockenheit im höheren Alter der Abteilung.

3.3. Erhebung Klinischer Parameter

Vor der klinischen Untersuchung wurden allgemeinmedizinische Parameter wie Geschlecht, Alter, Gewicht, Pflegegrad, Erkrankungen und Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente erfragt und dokumentiert.

3.3.1. Orale Untersuchung

Der orale Gesundheitszustand wurde in allen Akten anhand drei validierter Indizes beurteilt, die mittels einer visuellen Inspektion und einer (Parodontitis-)Sonde erhoben wurden.

DMFT (Decayed/Missed/Filled Teeth Index). Der DMFT-Index gibt Aufschluss über die Kariesvorerfahrung einer Person, indem die Summe der Zähne angegeben wird, die entweder kariös sind, bereits prothetisch oder konservativ behandelt wurden oder fehlen. Ein hoher DMFT-Wert gibt demnach eine erhöhte Kariesvorerfahrung an. Als „D“ (Decayed) werden Zähne erfasst, die eine (kariöse) Läsion bis in das Dentin reichend vorweisen. Fehlende Zähne, mit Ausnahme der Weisheitszähne, werden als „M“ (Missed) und überkronte oder gefüllte Zähne als „F“ (Filled) dokumentiert¹⁴².

CPITN (Community Periodontal Index of Treatment Needs). Mithilfe des CPITN-Indexes kann im Sinne eines Screenings schnell festgestellt werden, ob eine gingivale oder parodontale Erkrankung vorliegt, indem die Zahnfleischtaschen gemessen werden¹⁴³. Dabei wurden in dieser Querschnittsstudie alle Patienten, bei denen mindestens ein Sechstant mit

dem dritten oder vierten Grad (ab einer Sondierungstiefe von 3,5 mm) befundet wurde, als parodontal erkrankt eingestuft.

Root Caries Index (RCI). Der Wurzelkariesindex gibt das durchschnittliche Fortschreiten aller kariösen Läsionen an freiliegenden Wurzelflächen an. Dafür wird zunächst jede Wurzelkaries abhängig von ihrer Oberflächenbeschaffenheit anhand von fünf Graden eingeteilt, wobei eine fortgeschrittenere Läsion zu einem höheren Grad führt. Anschließend werden alle befundeten Gradzahlen summiert und durch die Anzahl der erhobenen Werte dividiert¹⁴⁴.

3.4. Messung der Mundtrockenheit

3.4.1. Xerostomische visuelle Analogskala (xVAS)

Wie in 2.3.1 beschrieben, wird eine Xerostomie allein durch die subjektive Einschätzung der betreffenden Person definiert. Anhand der in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Uniklinik Köln verwendeten visuellen Analogskala für Xerostomie von Dirix¹⁴⁵ wird anschaulich dargestellt, ob und in welchem Ausmaß eine Person unter einer Xerostomie leidet. Dem Patienten wird die xVAS-Skala (s. Abb.1) gezeigt und beschrieben, dass diese von „0 = keine Mundtrockenheit“ bis „10 = am stärksten vorstellbare Mundtrockenheit“ reicht. Anschließend wird jeder Patient gefragt: „Wie trocken ist Ihr Mund?“. Daraufhin wird der Patient gebeten, sich nach einer kurzen Bedenkzeit auf der beschriebenen Skala einzuordnen. Sobald ein Patient eine „4“ oder höherer Zahl angibt, gilt er als mundtrocken.

Bewertung der subjektiven Mundtrockenheit (Dirix)

Bitte geben Sie an, in welchem Maß Sie unter Mundtrockenheit leiden, indem Sie auf dieser Skala einzeichnen, wo Sie sich sehen.

Die Skala stellt das Ausmaß der Mundtrockenheit dar, wobei 0 für „keine Mundtrockenheit“ und 10 für „am stärksten vorstellbare Mundtrockenheit“ steht.

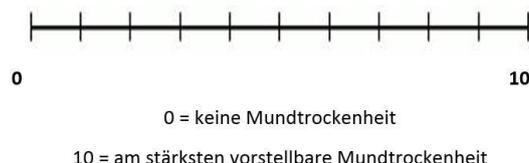


Abbildung 1: Xerostomische visuelle Analogskala (xVAS)¹⁴⁵.

3.4.2. Sialometrie

Eine Hyposalivation wird, wie oben beschrieben, durch eine verringerte Speichelfließrate definiert. In der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Uniklinik Köln wird zur Diagnostik einer Hyposalivation standardmäßig sowohl die stimulierte als auch die unstimulierte Speichelfließrate gemessen. Im Folgenden wird die durchgeführte Speichelmengenmessung beschrieben, die auf Empfehlungen der Literatur beruht^{33,36,45} und in vergleichbarer Weise in anderen mundtrockenheitsbezogenen Studien verwendet wurde^{33,46}.

Um möglichst einheitliche Bedingungen zu schaffen und Faktoren zu minimieren, die die Speichelsekretion beeinflussen, finden alle Messungen zwischen 9 und 11 Uhr in einem ruhigen Untersuchungsraum der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Uniklinik Köln statt. Außerdem werden die Patienten gebeten, zwei Stunden vor der Untersuchung keine Speisen oder Getränke zu sich zu nehmen und sich in dieser Zeit nicht die Zähne zu putzen.

Unstimulierte Speichelmengenmessung. Der Patient setzt sich in dem Untersuchungsraum auf einen Stuhl und wird gebeten, sich für ein paar Minuten zu entspannen. Anschließend wird ihm ein Becher gereicht, den er bei geöffnetem Mund für fünf Minuten an die Unterlippe hält, sodass der produzierte Speichel dort hineinfließen kann. Dabei soll sich der Patient nach vorne beugen und möglichst wenig bewegen.



Abbildung 2: Sialometrie: Die Patientin beugt sich nach vorne und fängt den produzierten Speichel mit einem Becher auf. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.

Stimulierte Speichelmengenmessung. Die Messung der stimulierten Speichelfließrate findet stets nach der Messung der unstimulierten Speichelfließrate statt. Der Patient wird hierfür gebeten, den Mund mit Leitungswasser zu spülen und anschließend für 30 s auf Paraffinwachs (Ivodont Vivodont AG, Liechtenstein, 1g) zu kauen. Der während dieser sogenannten Prästimulation produzierte Speichel wird entweder heruntergeschluckt oder ausgespuckt, gelangt jedoch nicht in den für die darauffolgende Messung vorgesehenen Becher. Nach den 30 s beginnt die Messung der stimulierten Speichelfließrate. Dafür verbleibt das Paraffinwachs im Mund des Patienten und soll für fünf Minuten in einer Frequenz von 50 – 60 Kauzyklen pro Minute gekaut werden. Der produzierte Speichel wird alle 60 s in einen Becher gespuckt. In den letzten Sekunden der fünf Minuten wird der gesamte restliche Speichel in den Becher gespuckt.

Messung des aufgefangenen Speichels und Definition der Mundtrockenheit. Nach der Speichelsammlung wird die Speichelmenge jeweils mithilfe einer Luer-Slip-Spritze (BD Discardit II, Becton, Dickinson and Company, Europa) in Milliliter bestimmt und dokumentiert. Eine unstimulierte Speichelfließrate unter 0,2 ml/min und eine stimulierte Speichelfließrate unter 0,7 ml/min wird in Übereinstimmung mit Empfehlungen anderer Studien^{34,45} als Hyposalivation definiert.

Ein Patient galt in dieser Studie als „mundtrocken“, sobald er eines oder mehrere der folgenden drei Kriterien erfüllte:

1. Angabe einer „4“ oder höheren Zahl auf der xerostomischen visuellen Analogskala¹⁴⁵
2. Unstimulierte Speichelfließrate < 0,2 ml/min^{34,45}
3. Stimulierte Speichelfließrate < 0,7 ml/min^{34,45}.

3.5. Geruchs- und Geschmackstestung

Sniffin'-Sticks-Test. Die Riechfähigkeit wird mithilfe des validierten Sniffin'-Sticks-Test (Burghart GmbH, Wedel, Deutschland)^{146,147} geprüft. Dieser Test besteht aus zwölf unterschiedlich riechenden Filzstiften und den dazu passenden zwölf Antwortkarten. Auf den Antwortkarten stehen jeweils vier Antwortmöglichkeiten, von denen eine richtig ist. Gemäß den Herstellerangaben zur Geruchsdarstellung wird die Kappe des Stiftes entfernt und die Stiftspitze wird dem Patienten für 5 – 20 s in einem Abstand von 1 – 2 cm vor die Nase gehalten. Gleichzeitig wird dem Patienten die zu dem gezeigten Stift passende Antwortkarte präsentiert, von der er die richtige Antwortmöglichkeit auswählen soll. Dem Patienten wird hierfür keine zeitliche Begrenzung auferlegt. Vor der Präsentation des nächsten Geruchs wird jeweils eine Pause von mindestens 30 s eingelegt, um eine Desensibilisierung gegenüber

neuen Gerüchen zu vermeiden. Das Testergebnis wird für jeden Geruch und als Gesamtpunktzahl der richtig identifizierten Gerüche dokumentiert.

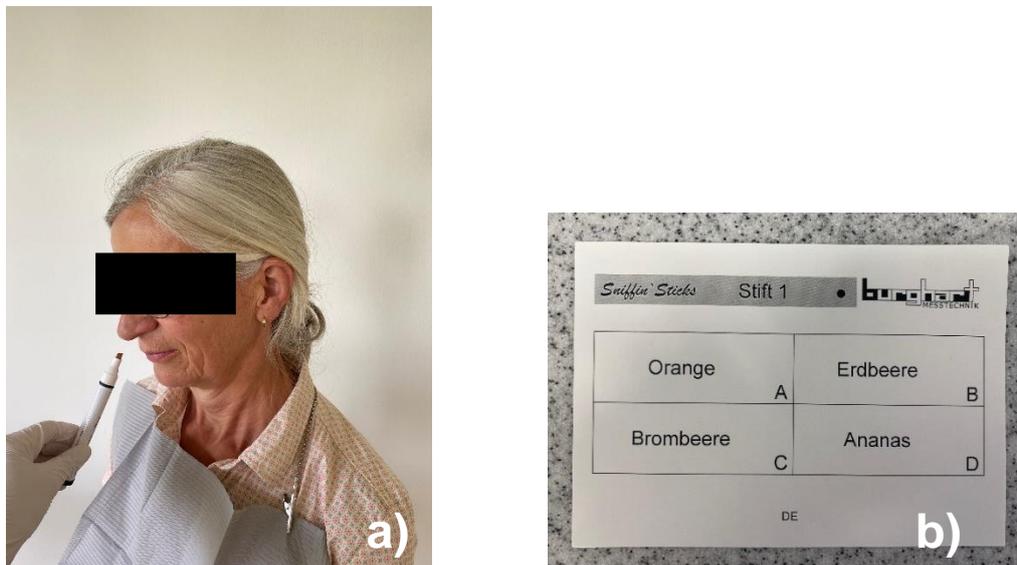


Abbildung 3: Burghart Sniffin'-Sticks-Test^{146,147}. a) Filzstift „1“ des Sniffin'-Sticks-Tests wird 1 – 2 cm vor die Nase der Patientin gehalten; b) Abbildung der zu dem Filzstift „1“ passenden Antwortkarte mit vier Antwortmöglichkeiten, aus denen die Patientin eine auswählt. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.

Geschmacksstreifen. Die Fähigkeit, verschiedene Geschmacksrichtungen zu erkennen, wird mithilfe von Geschmacksstreifen (Burghart GmbH, Wedel, Deutschland)¹⁴⁸ getestet. Dieser validierte Test besteht aus löffelförmigen Papierstreifen, die jeweils mit einer der Geschmacksrichtungen süß, sauer, salzig oder bitter imprägniert sind. Dem Patienten wird ein Streifen gereicht, den er auf die Mitte der Zunge platziert. Anschließend wird der Patient gebeten, den Mund zu schließen und sich zwischen den Antwortmöglichkeiten „kein Geschmack“, „süß“, „sauer“, „salzig“ oder „bitter“ zu entscheiden. Auch hier wird den Patienten keine zeitliche Begrenzung auferlegt. Bevor der nächste Geschmacksstreifen gereicht wird, sollte der Mund gründlich mit Wasser ausgespült werden. Das Testergebnis wird (analog zu der Dokumentation des Riechtests) für jeden Geschmack und als Gesamtpunktzahl der richtig identifizierten Geschmacksstreifen dokumentiert.



Abbildung 4: Burghart „Taste-Stripes“¹⁴⁸. Die Patientin legt einen Geschmacksstreifen des Burghart-Tests auf die Mitte ihrer Zunge und versucht, den Geschmack zu identifizieren. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.



Abbildung 5: Burghart-Test mit zwölf „Sniffin'-Sticks“ und vier verschiedenen „Taste-Stripes“.

3.6. Statistische Auswertung

Gemäß der beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien wurden alle Datensätze, die in dem definierten Zeitraum (s. 3.2) untersucht wurden, in die Analyse inkludiert. Die Daten der eingeschlossenen Patientenfälle wurden von der Dokumentationssoftware in „case report forms“ (CRFs) (=anonymisierte Prüfbögen) umgewandelt und auf Grundlage dieser von MH in eine SPSS-Datenbank übertragen.

Patientengruppen wurden auf der Grundlage zweier Charakteristika gebildet. So wurden die Patienten in die Gruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“ (s. 3.4; Definition

einer Mundtrockenheit) und unabhängig davon anhand des Pflegebedarfs in die Gruppen „mit Pflegebedarf“ und „ohne Pflegebedarf“ unterteilt. Gruppenunterschiede wurden mit dem ungepaarten t-Test und dem exakten Test von Fisher geprüft.

Für die qualitativen Variablen wurden absolute und relative Häufigkeiten und für die quantitativen Variablen Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Zusätzlich wurden Mediane und Interquartilsbereiche dargestellt. Für einzelne Gerüche und Geschmacksrichtungen wurden univariate lineare Regressionsmodelle durchgeführt, die als Regressionskoeffizient mit einem dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervall und einem p-Wert dargestellt wurden.

Alle angegebenen p-Werte sind zweiseitig und gelten als statistisch signifikant, wenn sie kleiner als 5 % ($p < 0.05$) sind. Da das Ziel nicht die Randomisierung nach einem geschätzten Stichprobenumfang war, sind die angegebenen p-Werte als explorativ zu betrachten.

Die Berechnungen wurden mit SPSS Statistics 26.0.0.1 64-Bit (IBM Corp., Armonk, NY, USA) durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1. Klinische Charakteristika

In die Analyse wurden 185 Patienten eingeschlossen, von denen 103 Personen (55,7 %) weiblich waren. Das Durchschnittsalter betrug 66,2 Jahre (SD: 15,1) und 37 Patienten (20 %) hatten einen Pflegebedarf. Wie bereits beschrieben, wurde eine der zwei Gruppeneinteilungen anhand des Vorliegens einer Mundtrockenheit vorgenommen (s. 3.6). In den Tabellen 1 – 3 werden diese beiden Patientengruppen, genannt „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“, miteinander verglichen.

Tabelle 1 bildet die klinischen Charakteristika ab. 119 Patienten (64 %) litten gemäß der festgelegten Definition (s. 3.4) unter einer Mundtrockenheit, während 66 Patienten (36 %) keine Mundtrockenheit aufwiesen. Patienten mit Mundtrockenheit gaben im Durchschnitt einen xVAS-Wert von 5,6 (SD: 2,7) an, zeigten eine mittlere unstimulierte Speichelfließrate von 0,3 ml/min (SD: 0,3) und eine mittlere stimulierte Speichelfließrate von 0,8 ml/min (SD: 0,8). Patienten mit Mundtrockenheit wiesen häufiger eine Parodontitis auf als Patienten ohne Mundtrockenheit ($p = 0,034$). Außerdem zeigten Patienten mit Mundtrockenheit eine höhere Anzahl kariös befallener Wurzelflächen (dargestellt als RCI) als Patienten ohne Mundtrockenheit ($p = 0,016$). Der durchschnittliche RCI lag bei 0,3 (SD: 0,7). Patienten mit Mundtrockenheit litten zudem unter einer höheren Anzahl chronischer Erkrankungen ($p = 0,013$) im Vergleich zu den Patienten ohne Mundtrockenheit.

Zu dem Zeitpunkt der Datenerhebung wohnten Patienten mit Pflegebedarf im Durchschnitt seit 19,8 (SD: 14,7) Monaten in einer stationären Pflegeeinrichtung. Der mittlere BMI betrug 25,5 (SD: 4,5) und unterschied sich im Vergleich der Gruppen mit und ohne Mundtrockenheit nur unwesentlich voneinander. Die Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente lag durchschnittlich bei 3,4 (SD: 3,5). Die orale Untersuchung ergab einen mittleren DMFT von 18,5 (SD: 6,4).

Die Tabelle 2 zeigt, dass ein Großteil der chronischen Erkrankungen mit dem Auftreten einer Mundtrockenheit assoziiert war.

Tabelle 1: Klinische Charakteristika der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.

	Patienten (N = 185)	„ohne Mundtrockenheit“ (n = 66)	„Mit Mundtrockenheit“ (n = 119)	p value*
Anzahl der Patienten, n (%)				
Geschlecht, weiblich	103 (55,7)	36 (54,5)	67 (56,3)	0,878
Mit Pflegebedarf	37 (20)	15 (22,7)	22 (18,5)	0,566
Parodontitis (CPITN)	42 (57,5)	11 (84,6)	31 (51,7)	0,034
Hyposalivation				
Unstimuliert	56 (31,6)	0 (0)	56 (49,5)	< 0,001
Stimuliert	63 (36,6)	0 (0)	63 (55,8)	< 0,001
Mittelwert (SD) Median (IQR)				
Alter, Jahre	66,2 (15,1)	65,7 (13,8)	66,5 (15,8)	0,578
	67 (57–78)	65,5 (57–77)	68 (57–78)	
Anzahl der Monate im Pflegeheim, Monate	19,8 (14,7)	23,9 (17)	17,2 (12,8)	0,264
	16,5 (7–31)	23 (15–33)	14 (5–29)	
Anzahl Medikamente, n	3,4 (3,5)	3,1 (3,8)	3,6 (3,3)	0,095
	2 (1–5)	2 (0–5)	2 (1–5)	
Anzahl chronische Erkrankungen, n	2,5 (2,5)	2,1 (2,5)	2,7 (2,6)	0,013
	2 (1–3)	1 (0–3)	2 (1–3)	
BMI	25,5 (4,5)	25 (3,6)	25,9 (5,2)	0,366
	25 (22–28)	24 (22–27)	25 (23–28)	
DMFT	18,5 (6,4)	17,8 (6,4)	19 (6,3)	0,227
	20 (15–23)	19 (14–22)	20 (15–23)	
XVAS	3,8 (3,3)	0,5 (0,9)	5,6 (2,7)	< 0,001
	4 (0–7)	0 (0–0,5)	6 (4–8)	
RCI	0,3 (0,7)	0,2 (0,6)	0,3 (0,7)	0,016
	0 (0–0,2)	0 (0–0)	0 (0–0,2)	
Speichelfließrate, ml/min				
Unstimuliert	0,4 (0,4)	0,6 (0,4)	0,3 (0,3)	< 0,001
	0,3 (0,2–0,5)	0,5 (0,4–0,7)	0,2 (0,1–0,4)	
Stimuliert	1,2 (0,9)	1,8 (0,8)	0,8 (0,8)	< 0,001
	1 (0,4–1,6)	1,6 (1,1–2,4)	0,6 (0,3–1,2)	

*p < 0,05 zeigt statistische Signifikanz zwischen den Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“ an (fettgedruckt), * p-Werte stammen aus dem Fisher's Exact Test bzw. dem Mann-Whitney U Test.

Tabelle 2: Chronische Erkrankungen der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.

	Patienten (N = 185)	„ohne Mundtrockenheit“ (n = 66)	„mit Mundtrockenheit“ (n = 119)	p value *
Anzahl der Patienten, n (%)				
Herz-Kreislauf-Erkrankung	71 (44)	25 (38)	43 (48)	0,025
Blutgerinnungsstörung	6 (4)	1 (2)	4 (5)	0,030
Nierenerkrankung	5 (3)	1 (2)	4 (5)	0,030
Rheumatoide Arthritis	7 (5)	4 (6)	2 (2)	0,019
Epilepsie	4 (3)	1 (2)	3 (4)	0,132
Depression	16 (10)	4 (6)	11 (13)	0,005
Lebererkrankung	9 (5)	1 (2)	8 (8)	< 0,001
Schilddrüsenerkrankung	33 (21)	14 (21)	17 (20)	0,665
Diabetes	16 (10)	3 (5)	12 (14)	< 0,001
Demenz	25 (13)	9 (14)	11 (9)	0,070
Lungenerkrankungen	8 (5)	2 (3)	6 (7)	0,029
Schlaganfall	12 (8)	6 (9)	6 (7)	0,343
Magen-Darm-Erkrankung	12 (8)	3 (5)	9 (11)	0,006
Tumorerkrankung	22 (13)	5 (8)	16 (16)	0,001
Morbus Parkinson	8 (5)	1 (2)	7 (7)	0,001

*p < 0,05 zeigt eine statistische Signifikanz zwischen den Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“ an (fettgedruckte Zahlen) * p-Werte stammen aus dem Fisher's Exact Test bzw. dem Mann-Whitney U Test.

4.2. Geruchs- und Geschmacksperzeption

Bei der Identifizierung von Geruchs- und Geschmacksqualitäten anhand der Sniffin'-Sticks und der Geschmacksstreifen konnten keine wesentlichen Unterschiede ($p > 0,05$) zwischen den Patientengruppen mit und ohne Mundtrockenheit festgestellt werden (Tabelle 3). Durchschnittlich wurden 9 (SD: 3) von 12 Gerüchen und 3,3 (SD: 1) von 4 Geschmacksstreifen richtig identifiziert. Unabhängig von dem Vorliegen einer Mundtrockenheit wurde die Geschmacksqualität „süß“ am besten (88-89 % richtige Antworten) und die Geschmacksqualität „sauer“ am seltensten (73-77 % richtige Antworten) identifiziert. Der Geruch „Zitrone“ wurde von allen Patienten am schlechtesten identifiziert, wobei dieser von 46 % der Patientengruppe „mit Mundtrockenheit“ und von 49 % der Patientengruppe „ohne Mundtrockenheit“ richtig erkannt wurde. Von den Patienten „mit Mundtrockenheit“ wurde der Geruch „Nelke“ am besten erkannt (87 % richtige Antworten), während die Patientengruppe „ohne Mundtrockenheit“ die Gerüche „Orange“ und „Fisch“ (beide 85 % richtige Antworten) am besten identifizieren konnte.

Tabelle 3: Ergebnisse des Geruchs- und Geschmackstests (Sniffin'-Sticks und Taste-Stripes) der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.

	Patienten (N = 185)	„ohne Mundtrockenheit“ (n = 66)	„Mit Mundtrockenheit“ (n = 119)	p value*
Anzahl der Patienten, n (%)				
Richtig identifizierte Gerüche				
Orange	155 (83,8)	56 (84,8)	99 (83,2)	0,837
Leder	137 (74,1)	49 (74,2)	88 (73,9)	1,000
Zimt	128 (69,2)	49 (74,2)	79 (66,4)	0,320
Pfefferminz	154 (83,2)	54 (81,8)	100 (84)	0,687
Banane	135 (73)	47 (71,2)	88 (73,9)	0,731
Zitrone	90 (48,6)	35 (53)	55 (46,2)	0,443
Lakritz	135 (73)	49 (74,2)	86 (72,3)	0,863
Kaffee	148 (80)	55 (83,3)	93 (78,2)	0,448
Nelke	159 (85,9)	55 (83,3)	104 (87,4)	0,509
Ananas	109 (58,9)	41 (62,1)	68 (57,1)	0,536
Rose	146 (78,9)	55 (83,3)	91 (76,5)	0,348
Fisch	154 (83,2)	56 (84,8)	98 (82,4)	0,837
Richtig identifizierte Geschmäcker				
Salzig	149 (80,5)	55 (83,3)	94 (79)	0,563
Süß	163 (88,1)	57 (86,4)	106 (89,1)	0,638
Bitter	154 (83,2)	52 (78,8)	102 (85,7)	0,304
Sauer	139 (75,1)	48 (72,7)	91 (76,5)	0,597
Mittelwert (SD) und Median (IQR)				
Richtig identifizierte Gerüche, n	9 (3,1)	9,2 (3,1)	8,9 (3,1)	0,310
	10 (8–11)	10 (8–11)	10 (8–11)	
Richtig identifizierte Geschmäcker, n	3,3 (1)	3,2 (1,2)	3,3 (1)	0,997
	4 (3–4)	4 (3–4)	4 (3–4)	
Richtig identifizierte Gerüche und Geschmäcker, n	12,2 (3,7)	12,4 (4)	12,1 (3,6)	0,262
	14 (10–15)	14 (11–15)	13 (10–15)	

*p < 0,05 zeigt eine statistische Signifikanz zwischen den Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“ an (fettgedruckt) * p-Werte stammen aus dem Fisher's Exact Test bzw. dem Mann-Whitney U Test.

4.3. Menschen mit Pflegebedarf

Wie beschrieben (s. 3.6), fand eine weitere Einteilung der Studienpopulation anhand eines bestehenden Pflegebedarfs statt (Tabelle 4). 149 Patienten „ohne Pflegebedarf“ und 41 Patienten „mit Pflegebedarf“ wurden miteinander verglichen. Patienten ohne Pflegebedarf konnten mehr Gerüche ($p < 0,001$) und Geschmäcker ($p < 0,001$) erkennen als Patienten mit Pflegebedarf. So konnten Patienten ohne Pflegebedarf im Durchschnitt 10 (SD: 2,1) von 12 Gerüchen richtig identifizieren, während Patienten mit Pflegebedarf durchschnittlich 4,4 (SD: 3,2) Gerüche richtig zuordnen konnten. Patienten ohne Pflegebedarf haben im Durchschnitt 3,5 (SD: 0,8) und Patienten mit Pflegebedarf 2,2 (SD: 1,5) Geschmacksstreifen richtig identifiziert. Jeder Geruch und jede Geschmacksqualität wurde von der

Patientengruppe „mit Pflegebedarf“ schlechter erkannt. Der Geruch „Ananas“ wurde von dieser Gruppe am schlechtesten erkannt (24 % richtige Antworten), während der Geruch „Fisch“ am häufigsten richtig identifiziert wurde (46 % richtige Antworten). Patienten ohne Pflegebedarf haben den Geruch „Nelke“ am besten (95 % richtige Antworten) und den Geruch „Zitrone“ (52 %) am schlechtesten identifizieren können. Die Geschmäcker „süß“, „salzig“ und „bitter“ wurden von den Patienten mit Pflegebedarf am besten (59 – 61 % richtige Antworten) und der Geschmack „sauer“ am schlechtesten erkannt. Auch in der Patientengruppe „ohne Pflegebedarf“ wurde der Geschmack „sauer“ am schlechtesten erkannt (82 % richtige Antworten), während der Geschmack „süß“ in dieser Patientengruppe am besten (93 %) identifiziert werden konnte.

Alle erhobenen, oralen Indizes deuten auf eine schlechtere orale Gesundheit der Patienten „mit Pflegebedarf“ im Vergleich zu den Patienten „ohne Pflegebedarf“ hin. So waren sowohl der RCI als auch der DMFT in dieser Patientengruppe erhöht ($p < 0,001$) und eine Parodontitis laut CPITN häufiger ($p = 0,003$) zu beobachten. Während 43 % der Patientengruppe „ohne Pflegebedarf“ an einer Parodontitis erkrankt waren, waren es in der Patientengruppe „mit Pflegebedarf“ 76 %.

Durchschnittlich nahmen Patienten mit Pflegebedarf täglich mehr Medikamente ein ($p < 0,001$) und litten unter einer höheren Anzahl an Erkrankungen ($p < 0,001$). Ein höheres Alter und ein weibliches Geschlecht waren ebenfalls mit einem Pflegebedarf assoziiert.

In Abhängigkeit eines Pflegebedarfs konnten weder Unterschiede in der stimulierten oder unstimulierten Speichelfließrate noch in dem xVAS-Wert festgestellt werden.

Tabelle 4: Ergebnisse des Geruchs- und Geschmackstests (Sniffin'-Sticks und Taste-Stripes) der Patientengruppen „mit Pflegebedarf“ und „ohne Pflegebedarf“.

	Patienten (N = 190)	„Ohne Pflegebedarf“ (n = 49)	„Mit Pflegebedarf“ (n = 41)	p value*
Anzahl der Patienten, n (%)				
Geschlecht, weiblich	108 (56,8)	78 (52,3)	30 (73,2)	0,021
Parodontitis (CPITN)	46 (59)	17 (42,5)	29 (76,3)	0,003
Hyposalivation				
Unstimuliert	56 (31,6)	48 (32,4)	8 (27,6)	0,668
Stimuliert	63 (36,6)	53 (36,1)	10 (40)	0,823
Richtig identifizierte Gerüche				
Orange	156 (82,1)	141 (94,6)	15 (36,6)	< 0,001
Leder	137 (72,1)	119 (79,9)	18 (43,9)	< 0,001
Zimt	128 (67,4)	115 (77,2)	13 (31,7)	< 0,001
Pfefferminz	155 (81,6)	140 (94)	15 (36,6)	< 0,001
Banane	135 (71,1)	120 (80,5)	15 (36,6)	< 0,001
Zitrone	91 (47,9)	78 (52,3)	13 (31,7)	0,022
Lakritz	136 (71,6)	125 (83,9)	11 (26,8)	< 0,001
Kaffee	149 (78,4)	135 (90,6)	14 (34,1)	< 0,001
Nelke	159 (83,7)	142 (95,3)	17 (41,5)	< 0,001
Ananas	109 (57,4)	99 (66,4)	10 (24,4)	< 0,001
Rose	146 (76,8)	132 (88,6)	14 (34,1)	< 0,001
Fisch	155 (81,6)	136 (91,3)	19 (46,3)	< 0,001
Richtig identifizierte Geschmäcker				
Salzig	150 (78,9)	126 (84,6)	24 (58,5)	0,001
Süß	164 (86,3)	139 (93,3)	25 (61)	< 0,001
Bitter	155 (81,6)	130 (87,2)	25 (61)	< 0,001
Sauer	139 (73,2)	122 (81,9)	17 (41,5)	< 0,001
Mittelwert (SD) und Median (IQR)				
Alter, Jahre	66,7 (15,2)	62,5 (13,8)	81,9 (9,7)	< 0,001
	67,5 (57–78)	63 (55–72)	84 (77–87)	
Anzahl Medikamente, n	3,4 (3,5)	2,3 (2,5)	7,4 (3,7)	< 0,001
	2 (1–5)	2 (0–4)	7 (5–10)	
Chronische Erkrankungen, n	2,6 (2,6)	1,7 (1,6)	6 (2,7)	< 0,001
	2 (1–4)	1 (1–2)	6 (4–8)	
BMI	25,4 (4,6)	25,3 (4,6)	25,6 (4,7)	0,511
	25 (22–28)	25 (22–28)	25 (23–28)	
DMFT	18,7 (6,4)	17,3 (6,4)	22,2 (4,9)	< 0,001
	20 (15–23)	18 (13,5–22)	23 (19–28)	
RCI	0,3 (0,7)	0,1 (0,2)	1 (1,2)	< 0,001
	0 (0–0,2)	0 (0–0)	0,6 (0,2–1,5)	
XVAS	3,8 (3,3)	3,9 (3,4)	3,5 (3)	0,490
	4 (0–7)	4 (0–7)	3,5 (0–5)	
Speichelfließrate, ml/min				
Unstimuliert	0,4 (0,4)	0,4 (0,3)	0,4 (0,5)	0,789
	0,3 (0,2–0,5)	0,3 (0,2–0,6)	0,3 (0,1–0,5)	
Stimuliert	1,2 (0,9)	1,2 (0,9)	1 (0,8)	0,516

	1 (0,4–1,6)	1,1 (0,4–1,7)	0,8 (0,5–1,6)	
Richtig identifizierte Gerüche, n	8,8 (3,3)	10 (2,1)	4,4 (3,2)	< 0,001
	10 (8–11)	11 (9–11)	4 (2–6)	
Richtig identifizierte Geschmäcker, n	3,2 (1,1)	3,5 (0,8)	2,2 (1,5)	< 0,001
	4 (3–4)	4 (3–4)	3 (1–3)	
Richtig identifizierte Gerüche und Geschmäcker, n	11,9 (4,1)	13,4 (2,4)	6,5 (4,3)	< 0,001
	13 (10–15)	14 (13–15)	7 (3–10)	

* $p < 0,05$ zeigt eine statistische Signifikanz zwischen den Patientengruppen „mit Pflegebedarf“ und „ohne Pflegebedarf“ an (fett Zahlen) * p -Werte stammen aus dem Fisher's Exact Test bzw. dem Mann-Whitney U Test.

4.4. Regressionsanalyse

Die weitere Analyse zeigte, dass sowohl das Lebensalter ($p < 0,001$) und die Anzahl der eingenommenen Medikamente ($p < 0,001$ bzw. $p = 0,010$) als auch die Anzahl chronischer Erkrankungen ($p < 0,001$ bzw. $p = 0,010$) mit einer chemosensorischen Dysfunktion assoziiert waren. Keinen Einfluss auf die Fähigkeit, Gerüche und Geschmäcker zu erkennen, hatten das Geschlecht, die xVAS-Werte und die stimulierte und unstimulierte Speichelfließrate.

Die univariate binäre logistische Regressionsanalyse zeigt, dass das Erkennen aller Geruchsqualitäten von den Faktoren Alter, Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente und Anzahl der chronischen Erkrankungen negativ beeinflusst wurde ($p < 0,05$).

Die Fähigkeit, einen salzigen Geschmack zu erkennen, wurde von dem xVAS-Wert ($p = 0,032$) und dem Alter ($p < 0,001$) beeinflusst, während die Fähigkeit, einen süßen Geschmack zu identifizieren, vom Alter ($p = 0,002$), der Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente ($p = 0,003$) und der Anzahl der chronischen Erkrankungen ($p = 0,006$) beeinflusst wurde. Das Geschlecht ($p = 0,004$) und das Alter ($p = 0,035$) wirkten sich auf die Fähigkeit, einen bitteren Geschmack zu erkennen, aus und die Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente ($p < 0,001$) sowie die Anzahl der chronischen Erkrankungen ($p < 0,001$) beeinflussten die Fähigkeit, einen sauren Geschmack richtig zu identifizieren.

5. Diskussion

5.1. Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden retrospektiven Datenanalyse konnte gezeigt werden, dass Mundtrockenheit (Xerostomie und/oder Hyposalivation) keinen Einfluss auf die chemosensorische Perzeption hat. Das Vorliegen eines Pflegebedarfs stellte sich jedoch als Risikoindikator für Geruchs- und Geschmacksprobleme dar, da Menschen mit Pflegebedarf ein höheres Risiko für Geruchs- und Geschmacksprobleme haben als Menschen ohne Pflegebedarf. Unabhängig von dem Bestehen eines Pflegebedarfs wurde die Fähigkeit, Gerüche und Geschmäcker zu erkennen, von der Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente, dem Lebensalter und der Anzahl der chronischen Erkrankungen negativ beeinflusst. Außerdem wurde deutlich, dass sowohl Patienten mit Mundtrockenheit als auch Patienten mit Pflegebedarf einen schlechteren oralen Gesundheitszustand aufwiesen als die jeweiligen Kontrollen.

Patienten der Patientengruppe „mit Mundtrockenheit“ wiesen im Vergleich zu den Patienten „ohne Mundtrockenheit“ kein erhöhtes Risiko für Geruchs- und Geschmacksprobleme auf. Dieses Ergebnis steht einerseits im Gegensatz zu einigen bereits genannten Studien, die durchaus Zusammenhänge zwischen einer Hyposalivation oder Xerostomie und einer chemosensorischen Dysfunktion festgestellt haben (s. 2.5.4.). Auf der anderen Seite ist die Datenlage (wie oben beschrieben) heterogen und es liegen gleichzeitig Studien vor, die zeigen, dass Xerostomie und Hyposalivation zu keiner messbaren Verschlechterung der Geschmackswahrnehmung führen (s. 2.5.4.). So zeigt das Ergebnis der Studie von Yoshinaka et al., dass die gemessene Speichelfließrate keinen Einfluss auf die Schwellenempfindlichkeit der Geschmackswahrnehmung hatte, obwohl die Patienten über subjektiv wahrgenommene Geschmacksschwierigkeiten berichteten¹⁰⁹. Spielman stellte die Hypothese auf, dass die Ebner-Spüldrüsen bei einem Teil der Patienten mit einer verringerten Speichelsekretion trotzdem ausreichend sezernieren und somit die Geschmackswahrnehmung kaum beeinträchtigt wird¹⁴⁹. Eine weitere Hypothese stellten Boyce et al. auf, wonach Probleme bei der Geschmackswahrnehmung vorrangig durch die fehlende Bildung des Nahrungsbolusses während des Kauvorgangs verursacht werden. Dafür seien eine zu geringere Menge an produziertem Speichel, aber auch andere Faktoren wie Zahnverlust und Prothesen verantwortlich¹³⁷. Dies könnte erklären, warum Patienten mit einer Hyposalivation zum Teil problemlos den Geschmack von Filterpapieren erkennen können, aber über ein vermindertes Geschmackserlebnis während des Essens berichten. Der Grund liegt demnach darin, dass die Bildung des Nahrungsbolus durch die verringerte Speichelmenge erschwert ist, das Lösungsmittel für die Geschmacksstoffe fehlt und die Aromafreisetzung infolgedessen

behindert ist. Diese Theorie erscheint plausibel, da die große Bedeutung des Speichels für die Freisetzung von Aromen, basierend auf der Bildung eines Nahrungsbolus, mehrfach bewiesen wurde (s. 2.4.2.).

Vor dem Hintergrund der Theorie von Boyce und aufgrund der Studien, die tatsächlich einen Zusammenhang zwischen einer Xerostomie oder Hyposalivation und Geruchs- und Geschmacksproblemen festgestellt haben, ist davon auszugehen, dass zumindest eine Beeinflussung einer Mundtrockenheit auf die Aromawahrnehmung während des Essvorgangs besteht. Darüber hinaus existiert ein umgekehrter Zusammenhang dieser beiden Faktoren, da die von Essensgerüchen und Geschmacksstoffen reflektorisch ausgelöste Speichelsekretion (s. 2.4.1.) durch eine eingeschränkte Geruchs- und Geschmacksfähigkeit beeinträchtigt wird¹³³. Auf diese Weise kann eine chemosensorische Dysfunktion zu einem Speichelmangel während des Essens führen. Daraus wird ersichtlich, dass sich die Faktoren Mundtrockenheit und chemosensorische Beeinträchtigung gegenseitig verstärken können.

Als Risikofaktoren für eine verminderte Fähigkeit, Gerüche und Geschmäcker zu identifizieren, haben sich in dieser Studie die Faktoren Alter, Anzahl der eingenommenen Medikamente und Anzahl der chronischen Erkrankungen herausgestellt, was dem Stand der Wissenschaft entspricht (s. 2.5.1.). So liegen die häufigsten Ursachen für Geruchs- und Geschmacksprobleme in dem gleichzeitigen Vorliegen diverser Erkrankungen und der daraus resultierenden Einnahme von Medikamenten, wobei die Polypharmazie einen übergeordneten Stellenwert innehat (s. 2.5.1.). Inwiefern das Alter unabhängig von Erkrankungen und den damit verbundenen Medikamenten die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinträchtigt, ist nicht eindeutig geklärt (s. 2.5.1.). Dennoch zeigt ein Großteil der epidemiologischen Studien, dass die Prävalenz von Geruchs- und Geschmacksstörungen mit dem Alter ansteigt, wobei eine Verschlechterung der Riechfähigkeit im Alter deutlich häufiger zu sein scheint als eine Verschlechterung der Geschmacksfähigkeit (s. 2.5.3.).

Zusammenfassend wird deutlich, dass die häufigsten Risikofaktoren für das Entstehen von Geruchs- und Geschmacksproblemen weitgehend deckungsgleich mit denen für das Entstehen einer Xerostomie oder Hyposalivation (s. 2.3.2.) sind. So verursachen rund 45 % der Medikamente, die dafür bekannt sind, Geschmacksstörungen zu verursachen, ebenso eine Xerostomie¹⁰⁷. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass unabhängig davon, ob eine Kausalität dieser beiden Faktoren besteht, ein gleichzeitiges Auftreten der beiden Symptome wahrscheinlich ist.

In der vorliegenden Studie hat sich der Faktor „Pflegebedarf“ als ein in der Literatur bisher wenig beachteter Risikoindikator für Geruchs- und Geschmacksprobleme herausgestellt. Ohne Ausnahme konnten alle Geruchs- und Geschmacksqualitäten von den Patienten ohne

Pflegebedarf besser identifiziert werden als von den Patienten mit Pflegebedarf. Da das Bestehen eines Pflegebedarfs die drei erst genannten Faktoren miteinander vereint (Alter, Erkrankungen und Medikamente) und somit den Umstand einer allgemeinen Gebrechlichkeit zusammenfassend darstellt, erscheint er als ein geeigneter, repräsentativer Indikator zur Charakterisierung einer Risikogruppe für eine chemosensorische Dysfunktion. Der Einfluss des reduzierten Gesundheitszustandes auf das Risiko, an Geruchs- und Geschmacksproblemen zu leiden, wird betont, während der Faktor „Alter“ an Bedeutung verliert. Dieses Ergebnis lässt sich mit der bereits beschriebenen Theorie von Hummel, der zufolge die Fähigkeit der chemosensorischen Wahrnehmung den allgemeinen Gesundheitszustand eines Menschen widerspiegelt, in Einklang bringen¹⁰⁰.

Somit lassen sich umgekehrt Rückschlüsse von einer chemosensorischen Beeinträchtigung auf den allgemeinen Gesundheitsstatus ziehen. Dies wurde auch in einer Übersichtsarbeit von Olofsson et al. gezeigt, in der Patienten mit einer olfaktorischen Dysfunktion ein erhöhtes Mortalitätsrisiko über einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren aufwiesen¹²³. Zudem dient eine olfaktorische Dysfunktion als früher Risikoindikator für zukünftige kognitive Beeinträchtigungen, wie Morbus Alzheimer und andere Demenz-Erkrankungen¹²⁵. Deshalb sollte dem Symptom einer chemosensorischen Dysfunktion, insbesondere bei gebrechlichen Patienten, stärkere Aufmerksamkeit durch das medizinische und pflegerische Umfeld zuteilwerden.

Die Hypothese, dass das Auftreten einer Mundtrockenheit einen Risikoindikator für eine geschwächte Allgemeingesundheit darstellt, konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden, da der Faktor Mundtrockenheit mit der Anzahl chronischer Erkrankungen und mit einem Großteil der erfragten Erkrankungen assoziiert war. Zu diesen Erkrankungen zählen unter anderem Depressionen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Parkinson, Diabetes und rheumatoide Arthritis. Diese sind einzeln oder in Kombination dafür bekannt, entweder durch die Erkrankung selbst oder durch die begleitende Medikation, das Risiko einer Xerostomie oder Hyposalivation zu erhöhen, sodass diese Ergebnisse zu erwarten waren (s. 2.3.2.).

Mithilfe der erhobenen, oralen Indizes konnte gezeigt werden, dass sowohl der Faktor Mundtrockenheit als auch der Faktor Pflegebedarf mit einer reduzierten oralen Gesundheit assoziiert waren. Im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollen zeigten sowohl Patienten mit Mundtrockenheit als auch Patienten mit Pflegebedarf eine höhere Anzahl kariös befallener Wurzelflächen und eine höhere Wahrscheinlichkeit, an einer Parodontitis zu erkranken. In der Patientengruppe mit Pflegebedarf wurden zusätzlich höhere DMFT-Werte als bei den Patienten ohne Pflegedarf festgestellt.

Die Mechanismen, die zu den negativen Auswirkungen einer verringerten Speichelfließrate auf die orale Gesundheit führen, lassen sich auf die protektiven Eigenschaften des Speichels auf die Zähne und die Mundschleimhaut zurückführen. Sie wurden in der Literatur ausführlich beschrieben (s. 2.3.3.).

Auch das Ergebnis des reduzierten oralen Gesundheitszustandes der Patienten mit Pflegebedarf ist im Einklang mit Erkenntnissen vorangegangener Studien. So wurde in der fünften deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) festgestellt, dass Senioren mit Pflegebedarf eine höhere Karieserfahrung aufweisen und weniger eigene Zähne besitzen als Senioren gleichen Alters ohne Pflegebedarf¹⁵⁰. Die Gründe hierfür liegen in erster Linie in einer mangelnden Mundhygienefähigkeit, die auf die eingeschränkten kognitiven (z. B. durch eine Demenz) und motorischen (z. B. Parkinson) Fähigkeiten von Senioren mit Pflegebedarf zurückzuführen ist. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer Unterstützung bei der Mundpflege durch eine Pflegekraft. Die Ergebnisse dieser Unterstützung sind jedoch oftmals nicht zufriedenstellend, sodass der orale Hygienezustand von Personen mit Pflegebedarf des Öfteren als unzureichend bewertet wurde^{3,4}.

Eine reduzierte orale Gesundheit hat vielseitige und weitreichende Folgen. So kann sie durch die damit einhergehende erhöhte Bakterienanzahl in der Mundhöhle bei gebrechlichen Patienten zu allgemeinmedizinischen Komplikationen wie einer Pneumonie führen¹⁵¹. Aufgrund des erhöhten Zahnverlustes sind häufiger Prothesen nötig, die negative Auswirkungen auf das soziale Wohlempfinden und die Kaufähigkeit haben können¹⁵². Eine reduzierte Kaufähigkeit infolge von Schmerzen beim Kauen, Zahnverlust und schlechtsitzenden Prothesen kann zu einer Mangelernährung führen¹⁵³, die letztendlich die Allgemeingesundheit maßgeblich schwächt. Bei gleichzeitigem Vorliegen einer Xerostomie oder Hyposalivation wird die Kau- und Schluckfähigkeit zusätzlich durch diese geschwächt. Somit wird deutlich, dass aufgrund des erhöhten Risikos für eine geschwächte Mundgesundheit sowohl das Bestehen eines Pflegebedarf als auch das einer Mundtrockenheit zu einer Mangelernährung und somit zu einem gesundheitlichen Abbau beitragen können.

Relevanz und mögliche Handlungsoptionen für die tägliche Praxis.

Die Ergebnisse aus der Literatur und dieser Studie zeigen, dass Menschen mit Pflegebedarf ein besonders hohes Risiko für das gleichzeitige Auftreten folgender drei Symptome tragen:

- 1) chemosensorische Dysfunktion
- 2) geschwächte Mundgesundheit
- 3) Mundtrockenheitsbeschwerden (Xerostomie und/oder Hyposalivation).

Jeder dieser drei Faktoren kann einzeln, insbesondere jedoch durch die beschriebene gegenseitige Verstärkung bei gleichzeitigem Vorliegen, zu einer reduzierten

Nahrungsaufnahme und somit zu einer Schwächung des allgemeinen Gesundheitszustandes führen.

Wie oben beschrieben, erschweren eine Xerostomie und eine Hyposalivation ebenso wie eine geschwächte orale Gesundheit das Kau- und Schluckvermögen und können dadurch zu einer Mangelernährung führen. Zudem begünstigt eine Chemosensorische Dysfunktionen erwiesenermaßen einen Appetitmangel und kann somit in einer reduzierten Nahrungsaufnahme resultieren (s. 2.5.2.). Studien zeigen, dass vor allem ältere Patienten in dem Falle einer chemosensorischen Dysfunktion dazu neigen, zu wenig Nahrung zu sich zu nehmen^{103,117,119}. So zeigte eine Übersichtsarbeit nach Analyse der Daten von 2329 älteren Personen, dass alte Menschen mit einer Geschmacksstörung ein 2,5fach höheres Risiko für eine Mangelernährung haben als alte Menschen ohne Geschmacksprobleme¹⁵⁴.

Jegliche Faktoren, die eine Mangelernährung älterer Patienten begünstigen, gewinnen vor dem Hintergrund, dass der Ernährungszustand dieser Patientengruppe ohnehin oftmals als kritisch zu bewerten ist, an Bedeutung. So berichten Studien über eine Prävalenz der Unterernährung bei älteren Menschen von 23 bis 60 % mit ansteigender Prävalenz bei zunehmendem Pflegegrad^{9,154}. Die Gründe dafür sind zahlreich und in den meisten Fällen multifaktoriell bedingt. Neben den genannten drei Faktoren sind dafür allgemeinmedizinische Faktoren wie beispielsweise Magen-Darm-Erkrankungen, psychische Probleme oder eine Demenz-Erkrankung verantwortlich⁹.

Während sich eine Abnahme der Ernährungsqualität verbunden mit einem Nährstoffmangel generell schwächend auf das Immunsystem und negativ auf Krankheitsverläufe auswirkt, ist der Effekt bei alten, gebrechlichen Menschen mit Pflegebedarf besonders verheerend¹⁰³. Die Folgen umfassen unter anderem eine eingeschränkte Mobilität durch eine verminderte körperliche Leistungsfähigkeit, ein erhöhtes Sturzrisiko, wiederkehrende Infektionen und aufgrund der erhöhten Gebrechlichkeit müssen Krankenhausaufenthalte oftmals verlängert und die Pflegestufe erhöht werden. Diese Auswirkungen einer Mangelernährung können gleichzeitig wiederum Auslöser einer weiteren Verschlimmerung der Unterernährung sein, sodass sich diese Faktoren im Laufe der Zeit gegenseitig verstärken und der Patient in eine Art Teufelskreis gelangt⁹.

Prävention einer Mangelernährung von Senioren aus zahnmedizinischer Sicht.

Angesichts der stark wachsenden, älteren Bevölkerungsgruppe im Bundesdurchschnitt (s. 2.0.) ist in den nächsten Jahrzehnten mit einem erhöhten Aufkommen der beschriebenen Problematiken zu rechnen. Aus zahnmedizinischer Sicht ist es deshalb von hoher Relevanz, Faktoren zu minimieren, die zu einer Mangelernährung dieser vulnerablen Patientengruppe

beitragen könnten, um einen negativen Verlauf der medizinischen Gesamtsituation zu verhindern.

Wichtigster Grundsatz ist zunächst eine adäquate Mundhygiene, um einen vermeidbaren Zahnverlust durch Karies oder Parodontitis und eine daraus resultierende Beeinträchtigung der Kaufähigkeit zu verhindern. Zudem wirkt sich ein schlechter oraler Hygienestatus und eine damit verbundene hohe Anzahl oraler Bakterien negativ auf die Geschmacksfähigkeit aus (s. 2.5.1.). Studien zeigen, dass die Geschmacksfähigkeit durch den regelmäßigen Einsatz von Zungenreinigern erheblich verbessert werden kann¹⁵⁵, weshalb diese unbedingt verwendet werden sollten. Bekanntermaßen ist die Mundhygiene von Pflegeheimbewohnern des Öfteren in einem besorgniserregenden Zustand^{3,4}, was auch in dieser Studie bestätigt werden konnte. Angesichts der Gefahr, dass eine schlechte Mundhygiene zu den oben beschriebenen allgemeinmedizinischen Komplikationen führen kann, wird die Bedeutung der Mundpflege für die Gesundheit von Pflegeheimbewohnern zusätzlich deutlich. Aus diesen Gründen sollten Konzepte entwickelt werden, die es sowohl jetzt als auch in Zukunft ermöglichen, der stark wachsenden Gruppe der Menschen mit Pflegebedarf eine angemessene Mundhygiene zu bieten.

Um eine Mangelernährung und einen daraus resultierenden Abbau der allgemeinen Gesundheit von Menschen mit Pflegebedarf zu verhindern, sollten Zahnärzte, gegebenenfalls mithilfe von Zahnersatz, für eine (prothetische) Versorgung sorgen, die einen adäquaten Kauvorgang ermöglicht. Gleichzeitig ist es sinnvoll, die Parameter „Geruchs- und Geschmacksprobleme“ und „Mundtrockenheit“ in anamnestische Fragebögen zu integrieren, sodass eine frühzeitige Identifizierung dieser Faktoren ermöglicht wird. Berichtet ein Patient über diese Beschwerden, sollte der Zahnarzt zunächst die Mundhöhle betreffende, organische Ursachen wie Speichelsteine oder Dysplasien ausschließen. In dem Falle einer Mundtrockenheit kann der Zahnarzt Speicheleratzmittel¹⁵⁶ oder Speichelfluss-fördernde Medikamente empfehlen und, wenn nötig, mit dem Hausarzt Rücksprache halten, um zu erfragen, ob eine Umstellung der Medikation auf weniger Speichelfluss-hemmende Medikamente möglich ist. In dem Fall einer chemosensorischen Beeinträchtigung sollte an einen Hals-Nasen-Ohren-Arzt oder wenn nötig Neurologen überwiesen werden. In jedem Fall sollte überprüft werden, ob ein Zinkmangel vorliegt, da dieser, wie oben beschrieben häufig zu einer Geschmacksbeeinträchtigung führen kann (s. 2.5.1.).

Sollten keine adäquaten Therapiemöglichkeiten bestehen, die zu einer Verbesserung der chemosensorischen Fähigkeiten führen, sind Strategien zur Bewältigung dieser Lage nötig. Dazu wäre es zunächst ratsam, den betroffenen Pflegeheimbewohnern eine höhere Anzahl an Lebensmittelvariationen und -texturen anzubieten¹⁵⁷, um mithilfe eines Ernährungsexperten und des Pflegepersonals individuelle Vorlieben zu identifizieren, auf deren Basis ein Ernährungsplan erstellt werden kann. Des Weiteren sind Erkenntnisse aus der

Lebensmittelforschung notwendig, um Strategien zur Verbesserung der Ernährung von Menschen mit Pflegebedarf zu entwickeln. Dafür muss primär festgestellt werden, welche Texturen und Aromen in dieser Patientengruppe durchschnittlich als ansprechend empfunden werden, um bei möglichst vielen alten Menschen den Appetit anregen zu können. Diese Daten sind vor allem für die Patienten von Bedeutung, die ihre eigenen Vorlieben aufgrund verschiedener Erkrankungen nicht mehr selbst mitteilen können. Hinsichtlich der Textur zeigen Studien, dass viele ältere Patienten hauptsächlich weiche Lebensmittel als angenehm empfinden¹⁰².

Bezüglich der präferierten Aromen älterer Menschen ist es zunächst von Bedeutung, welche Geschmacksqualitäten im Alter weniger gut wahrgenommen werden können. Wie auch in der vorliegenden Studie gezeigt wurde, ist das Vermögen, einen sauren Geschmack zu erkennen im Vergleich zu anderen Geschmacksqualitäten von dem Faktor Alter am stärksten betroffen^{11,97,102,133,136,158}. Die Fähigkeiten von Personen mit Pflegebedarf, einen bitteren, salzigen oder süßen Geschmack zu identifizieren, waren in dieser Studie gleichermaßen eingeschränkt. Dieses Ergebnis ist einerseits mit Ergebnissen vorheriger Studien vereinbar, in denen ebenfalls eine erhöhte Schwellenempfindlichkeit für einen bitteren^{97,102,158} und salzigen^{102,133} Geschmack festgestellt wurde, andererseits zeigt ein Großteil der Studien, dass die Wahrnehmungsempfindlichkeit für einen süßen Geschmack im Vergleich zu anderen Geschmacksqualitäten am wenigsten von dem Faktor Alter betroffen war und deutlich besser als andere Geschmäcker identifiziert werden konnte^{97,102,132,133,136,140}, was in der vorliegenden Studie nicht festgestellt wurde. Dennoch ist bekannt, dass viele ältere Menschen süße Lebensmittel präferieren¹⁰², weshalb davon ausgegangen werden kann, dass der süße Geschmack eine große Bedeutung in der Ernährung von Menschen mit Pflegebedarf hat. Es wurde außerdem in mehreren Studien gezeigt, dass ältere Personen im Vergleich zu jüngeren höhere Spitzenkonzentrationen von Zucker und Salz in Nahrungsmitteln bevorzugen¹⁵⁹, da sie laut Murphy auf diese Weise die geringere Aromawahrnehmung durch die Nase ausgleichen wollen¹²⁶. Tatsächlich lassen sich erwartungsgemäß die Profile der bevorzugten Ernährung von Patienten mit Geruchs- und Geschmacksproblemen (s. 2.5.2.) und alten Patienten weitgehend in Übereinstimmung bringen, was darauf zurückzuführen ist, dass vor allem alte Menschen unter Geruchs- und Geschmacksproblemen leiden.

Als Konsequenz besteht das Ziel somit darin, ein intensiveres Geschmackserlebnis zu erzeugen, ohne die gesundheitlichen Folgen eines vermehrten Zucker- oder Salzkonsums in Kauf zu nehmen. Zu diesem Zweck wurden in der Vergangenheit Aromastoffe getestet, die gesunden Lebensmitteln zugesetzt werden, um den Eigengeschmack des jeweiligen Lebensmittels zu intensivieren. Solche Studien zeigen, dass diese Methode zu einem verstärkten Hungergefühl und einer erhöhten Nahrungsmittelaufnahme führt^{159,160}, einen vermehrten Speichelfluss mit erhöhter IgA-Sekretion zur Folge hat¹⁶¹ und die

Lymphozytenanzahl¹⁰⁶ im Blut steigert. Somit konnte mithilfe des Einsatzes von Aromastoffen die Immunkompetenz, der allgemeine Gesundheitsstatus und die Lebensqualität verbessert werden^{106,162}. Für das Management einer Malnutrition von Menschen mit Pflegebedarf sollte dieses Verfahren in Zukunft mehr Aufmerksamkeit bekommen und in diesem Zuge auch auf die Mundhygiene übertragen werden. So könnten Produkte wie Zahnpasta, Mundspüllösung und Mundgele (zur Linderung symptomatischer Mundtrockenheit) auf die speziellen Ansprüche von Senioren angepasst werden, um eine häufigere Nutzung zu fördern. Dementsprechend sollte ein süßer, milder Geschmack angestrebt und ein scharfer oder saurer Geschmack mit niedrigem pH-Wert vermieden werden¹⁶³, um den geschmacklichen Vorlieben von Senioren zu entsprechen und Irritationen der empfindlichen Mundschleimhaut zu vermeiden. Gleichzeitig sollte aufgrund des erhöhten Kariesrisikos älterer Menschen auf einen ausreichenden Fluoridgehalt geachtet werden und das Süßen mittels karieshemmender Substanzen erfolgen.

Somit könnten weitere Erkenntnisse aus der Lebensmittelforschung zu einer vermehrten Nutzung von Mundhygieneprodukten und zu einer verbesserten Nahrungsaufnahme von Personen mit Pflegebedarf beitragen.

5.2. Limitation

Die vorliegende Studie wird hauptsächlich durch ihre retrospektive Datenanalyse limitiert. So wird diskutiert, ob eine einmalige Speichelmengenmessung und ein einmaliges Abfragen einer subjektiven Mundtrockenheit genügend Aussagekraft besitzen, um eine Hyposalivation oder Xerostomie festzustellen, da die Speichelfließraten und das individuelle Empfinden einer Mundtrockenheit stark variieren und von tagesabhängigen Faktoren und Emotionen beeinflusst werden³³. Der Einfluss von zirkadianen und umweltbedingten Faktoren wurde durch das Festsetzen einer bestimmten Untersuchungstageszeit und eines festen Untersuchungsortes den Möglichkeiten entsprechend und entsprechend dem Vorgehen in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie minimiert, dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Vorgehen immer eingehalten wurde. Eine größere Aussagekraft könnte in einer prospektiven Untersuchung durch ein mehrmaliges Messen der Mundtrockenheit (stets zur selben Uhrzeit) erreicht werden. Es konnte zudem nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass die Patienten vor den Untersuchungsterminen symptomlindernde Mittel benutzt haben. Dies wird allerdings in der Poliklinik abgefragt, und alle Teilnehmer gaben an, keine derartigen Mittel vor der Untersuchung verwendet zu haben. Eine weitere Limitation dieser Studie stellt die Speichelmengenmessung dar. Die in der Poliklinik verwendete Methode mithilfe der Luer-Spritze ist möglicherweise weniger genau als beispielsweise eine Messung mithilfe eines Periotrons¹⁶⁴, die jedoch für den klinischen Alltag einige Nachteile aufweist und keine Verwendung findet.

Aufgrund der Ergebnisse und der vorgestellten Theorien könnte die Testung der Geschmacksfähigkeit ebenfalls optimiert werden. So wären Geschmackstests, die zur Aromafreisetzung gekaut werden müssen, sinnvoll. Auf diese Weise könnten die Kaufähigkeit und die Fähigkeit, einen Nahrungsbolus zu bilden, geprüft werden, sodass realitätsnähere Rückschlüsse auf die Aromawahrnehmung der Patienten im Alltag bzw. während des Essens möglich wären. Die diagnostischen Methoden konnten in dieser retrospektiven Analyse nicht jedoch nicht ausgewählt werden. Es wird dennoch ersichtlich, dass ein Forschungsbedarf hinsichtlich reproduzierbarer Methoden zur Speichelmengenmessung und zur Überprüfung der Aromawahrnehmung während des Essvorgangs besteht.

Des Weiteren ergibt sich aus der inhomogenen Studienpopulation dieser Studie, dass vor allem ältere Teilnehmer zu einem hohen Prozentsatz von chronischen Erkrankungen betroffen sind, die mit einer eingeschränkten Geruchs- und Geschmackswahrnehmung einhergehen (z. B. Morbus Parkinson). Somit ist das Alter als festgestellter Risikofaktor für Geruchs- und Geschmacksprobleme möglicherweise weniger relevant als die mit dem Alter einhergehenden Erkrankungen, was jedoch bereits ausführlich diskutiert wurde (s. 2.5.1. und 5.1.).

Darüber hinaus wäre eine weitere Einteilung der Patientengruppe „mit Mundtrockenheit“ in die Subtypen „subjektive Mundtrockenheit“, „unstimulierte Hyposalivation“ und „stimulierte

Hyposalivation“ hilfreich gewesen. Da die Patienten jedoch verschiedene Kombinationen dieser drei Varianten einer Mundtrockenheit aufwiesen, konnten die einzelnen Varianten nicht als individuelle Faktoren bewertet werden. Um gezieltere Aussagen über die genannten Varianten einer Mundtrockenheit treffen zu können, sollten die Ein- und Ausschlusskriterien in zukünftigen prospektiven Studien so gewählt werden, dass ein Teilnehmer nur jeweils einer der drei Varianten zugeordnet werden kann.

5.3. Schlussfolgerung

In dieser Querschnittsstudie wurden die Daten von 185 Patienten retrospektiv ausgewertet. Dabei wurde der Einfluss einer Mundtrockenheit auf die chemosensorische Perzeption untersucht und Risikoindikatoren für eine chemosensorische Dysfunktion festgestellt. Die Fähigkeit, Gerüche und Geschmäcker zu erkennen, wurde von der Anzahl der täglich eingenommenen Medikamente, dem Alter und der Anzahl der chronischen Erkrankungen negativ beeinflusst, während eine Mundtrockenheit keinen Einfluss auf die Geruchs- und Geschmacksfähigkeit hatte. Als unabhängiger Risikoindikator für Geruchs- und Geschmacksprobleme wurde das Vorliegen eines Pflegebedarfs identifiziert. Zudem wiesen sowohl mundtrockene Patienten als auch Patienten mit Pflegebedarf einen signifikant schlechteren oralen Gesundheitszustand auf als die jeweiligen Kontrollen. Insbesondere bei älteren, gebrechlichen Personen kann eine eingeschränkte Geruchs- und Geschmacksfähigkeit zu einer unzureichenden Nahrungsaufnahme führen, die durch einen reduzierten oralen Gesundheitszustand und Mundtrockenheitsbeschwerden zusätzlich negativ beeinflusst wird. Um einer Malnutrition und einem allgemeinen gesundheitlichen Abbau von Menschen mit Pflegebedarf entgegenzuwirken ist die Entwicklung von Interventionen, die die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung positiv beeinflussen, notwendig. Zudem sollten Zahnärzte orale Faktoren minimieren, die zu einer reduzierten Nahrungsaufnahme führen könnten und Geruchs- und Geschmacksprobleme in anamnestischen Fragebögen erfragen, um Risikoindikatoren für eine Schwächung der Allgemeingesundheit frühzeitig zu identifizieren und dieser gemeinsam mit Hausärzten, Neurologen und Hals-Nasen-Ohren-Ärzten entgegenwirken zu können.

6. Literaturverzeichnis

1. Statistisches Bundesamt. Mitten im Demografischen Wandel. 2020. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/demografie-mitten-im-wandel.html> (accessed 14.03.2022).
2. MacEntee MI. Muted dental voices on interprofessional healthcare teams. *J Dent* 2011; **39** Suppl 2: S34-40.
3. Montal S, Tramini P, Triay JA, Valcarcel J. Oral hygiene and the need for treatment of the dependent institutionalised elderly. *Gerodontology* 2006; **23**(2): 67-72.
4. Knabe C, Kram P. Dental care for institutionalized geriatric patients in Germany. *J Oral Rehabil* 1997; **24**(12): 909-12.
5. Liu B, Dion MR, Jurasic MM, Gibson G, Jones JA. Xerostomia and salivary hypofunction in vulnerable elders: prevalence and etiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; **114**(1): 52-60.
6. Carrion S, Cabre M, Monteis R, et al. Oropharyngeal dysphagia is a prevalent risk factor for malnutrition in a cohort of older patients admitted with an acute disease to a general hospital. *Clin Nutr* 2015; **34**(3): 436-42.
7. Furuta M, Komiya-Nonaka M, Akifusa S, et al. Interrelationship of oral health status, swallowing function, nutritional status, and cognitive ability with activities of daily living in Japanese elderly people receiving home care services due to physical disabilities. *Community Dent Oral Epidemiol* 2013; **41**(2): 173-81.
8. Katschinski M. Nutritional implications of cephalic phase gastrointestinal responses. *Appetite* 2000; **34**(2): 189-96.
9. Agarwal E, Miller M, Yaxley A, Isenring E. Malnutrition in the elderly: a narrative review. *Maturitas* 2013; **76**(4): 296-302.
10. Hummel T, Nordin S. Olfactory disorders and their consequences for quality of life. *Acta Otolaryngol* 2005; **125**(2): 116-21.
11. Nordin S, Bramerson A, Bringlov E, Kobal G, Hummel T, Bende M. Substance and tongue-region specific loss in basic taste-quality identification in elderly adults. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007; **264**(3): 285-9.
12. Bergdahl M, Bergdahl J. Perceived taste disturbance in adults: prevalence and association with oral and psychological factors and medication. *Clin Oral Investig* 2002; **6**(3): 145-9.
13. Hoffman HJ, Rawal S, Li CM, Duffy VB. New chemosensory component in the U.S. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): first-year results for measured olfactory dysfunction. *Rev Endocr Metab Disord* 2016; **17**(2): 221-40.
14. Rawal S, Hoffman HJ, Bainbridge KE, Huedo-Medina TB, Duffy VB. Prevalence and Risk Factors of Self-Reported Smell and Taste Alterations: Results from the 2011-2012 US National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Chem Senses* 2016; **41**(1): 69-76.
15. Weiß C. Basiswissen Medizinische Statistik. 6. Auflage ed: Springer-Verlag 2013.
16. Aumüller G, Aust G, Engele J, et al. Duale Reihe Anatomie. 3 ed: Georg Thieme Verlag KG; 2014.
17. Proctor GB. The physiology of salivary secretion. *Periodontol 2000* 2016; **70**(1): 11-25.
18. Edgar M, Dawes C, O'Mullane D. Saliva and oral health. 4th ed: Stephan Hancocks Limited; 2012.
19. Dawes C. Circadian rhythms in human salivary flow rate and composition. *J Physiol* 1972; **220**(3): 529-45.
20. 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.
21. Dawes C, Macpherson LM. Effects of nine different chewing-gums and lozenges on salivary flow rate and pH. *Caries Res* 1992; **26**(3): 176-82.
22. Hector MP, Linden RW. The possible role of periodontal mechanoreceptors in the control of parotid secretion in man. *Q J Exp Physiol* 1987; **72**(3): 285-301.
23. Lüllmann-Rauch R, Asan E. Taschenlehrbuch Histologie. 6., vollständig überarbeitete Auflage ed: Georg Thieme Verlag; 2019.

24. Gibbins HL, Proctor GB, Yakubov GE, Wilson S, Carpenter GH. Concentration of salivary protective proteins within the bound oral mucosal pellicle. *Oral Dis* 2014; **20**(7): 707-13.
25. Collins LM, Dawes C. The surface area of the adult human mouth and thickness of the salivary film covering the teeth and oral mucosa. *J Dent Res* 1987; **66**(8).
26. Guth-Thiel S, Kraus-Kuleszka I, Mantz H, et al. Comprehensive measurements of salivary pellicle thickness formed at different intraoral sites on Si wafers and bovine enamel. *Colloids Surf B Biointerfaces* 2019; **174**: 246-51.
27. Pedersen A, Sorensen CE, Proctor GB, Carpenter GH. Salivary functions in mastication, taste and textural perception, swallowing and initial digestion. *Oral Dis* 2018; **24**(8): 1399-416.
28. Sarosiek J, McCallum RW. Mechanisms of oesophageal mucosal defence. *Baillieres Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2000; **14**(5): 701-17.
29. Azevedo LR, De Lima AAS, Machado MÂN, Grégio AMT, de Almeida PDV. Saliva Composition and Functions: A Comprehensive Review. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2008; **9**(3): 72-80.
30. Hannig M, Joiner A. The structure, function and properties of the acquired pellicle. *Monogr Oral Sci* 2006; **19**: 29-64.
31. Hellwig E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung. 6 ed: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2013.
32. van 't Hof W, Veerman EC, Nieuw Amerongen AV, Ligtenberg AJ. Antimicrobial defense systems in saliva. *Monogr Oral Sci* 2014; **24**: 40-51.
33. Lofgren CD, Wickstrom C, Sonesson M, Lagunas PT, Christersson C. A systematic review of methods to diagnose oral dryness and salivary gland function. *BMC Oral Health* 2012; **12**: 29.
34. Ericsson Y, Hardwick L. Individual diagnosis, prognosis and counselling for caries prevention. *Caries Res* 1978; **12 Suppl 1**: 94-102.
35. Dirix P, Nuyts S, Vander Poorten V, Delaere P, Van den Bogaert W. The influence of xerostomia after radiotherapy on quality of life: results of a questionnaire in head and neck cancer. *Support Care Cancer* 2008; **16**(2): 171-9.
36. Dawes C. Physiological factors affecting salivary flow rate, oral sugar clearance, and the sensation of dry mouth in man. *J Dent Res* 1987; **66 Spec No**: 648-53.
37. Kho HS. Understanding of xerostomia and strategies for the development of artificial saliva. *Chin J Dent Res* 2014; **17**(2): 75-83.
38. Field EA, Fear S, Higham SM, et al. Age and medication are significant risk factors for xerostomia in an English population, attending general dental practice. *Gerodontology* 2001; **18**(1): 21-4.
39. Ship JA, Pillemer SR, Baum BJ. Xerostomia and the geriatric patient. *J Am Geriatr Soc* 2002; **50**(3): 535-43.
40. Turner MD. Hyposalivation and Xerostomia: Etiology, Complications, and Medical Management. *Dent Clin North Am* 2016; **60**(2): 435-43.
41. Wolff A, Joshi RK, Ekstrom J, et al. A Guide to Medications Inducing Salivary Gland Dysfunction, Xerostomia, and Subjective Sialorrhea: A Systematic Review Sponsored by the World Workshop on Oral Medicine VI. *Drugs R D* 2017; **17**(1): 1-28.
42. Villa A, Wolff A, Narayana N, et al. World Workshop on Oral Medicine VI: a systematic review of medication-induced salivary gland dysfunction. *Oral Dis* 2016; **22**(5): 365-82.
43. Saleh J, Figueiredo MA, Cherubini K, Salum FG. Salivary hypofunction: an update on aetiology, diagnosis and therapeutics. *Arch Oral Biol* 2015; **60**(2): 242-55.
44. Aliko A, Wolff A, Dawes C, et al. World Workshop on Oral Medicine VI: clinical implications of medication-induced salivary gland dysfunction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015; **120**(2): 185-206.
45. Nederfors T. Xerostomia and hyposalivation. *Adv Dent Res* 2000; **14**: 48-56.
46. Fernandes MS, Castelo PM, Chaves GN, et al. Relationship between polypharmacy, xerostomia, gustatory sensitivity, and swallowing complaints in the elderly: a multidisciplinary approach. *J Texture Stud* 2020.

47. Barbe AG. Medication-Induced Xerostomia and Hyposalivation in the Elderly: Culprits, Complications, and Management. *Drugs Aging* 2018; **35**(10): 877-85.
48. Pina GMS, Mota Carvalho R, Silva BSF, Almeida FT. Prevalence of hyposalivation in older people: A systematic review and meta-analysis. *Gerodontology* 2020; **37**(4): 317-31.
49. Scott J, Flower EA, Burns J. A quantitative study of histological changes in the human parotid gland occurring with adult age. *J Oral Pathol* 1987; **16**(100): 505-10.
50. Mese H, Matsuo R. Salivary secretion, taste and hyposalivation. *J Oral Rehabil* 2007; **34**(10): 711-23.
51. Nam Y, Kim NH, Kho HS. Geriatric oral and maxillofacial dysfunctions in the context of geriatric syndrome. *Oral Dis* 2018; **24**(3): 317-24.
52. Stefanski AL, Tomiak C, Pleyer U, Dietrich T, Burmester GR, Dorner T. The Diagnosis and Treatment of Sjogren's Syndrome. *Dtsch Arztebl Int* 2017; **114**(20): 354-61.
53. Mathews SA, Kurien BT, Scofield RH. Oral manifestations of Sjogren's syndrome. *J Dent Res* 2008; **87**(4): 308-18.
54. Ohyama K, Moriyama M, Hayashida JN, et al. Saliva as a potential tool for diagnosis of dry mouth including Sjogren's syndrome. *Oral Dis* 2015; **21**(2): 224-31.
55. Jensen SB, Pedersen AM, Vissink A, et al. A systematic review of salivary gland hypofunction and xerostomia induced by cancer therapies: prevalence, severity and impact on quality of life. *Support Care Cancer* 2010; **18**(8): 1039-60.
56. Mauri-Obradors E, Estrugo-Devesa A, Jane-Salas E, Vinas M, Lopez-Lopez J. Oral manifestations of Diabetes Mellitus. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017; **22**(5): e586-e94.
57. Chavez EM, Borrell LN, Taylor GW, Ship JA. A longitudinal analysis of salivary flow in control subjects and older adults with type 2 diabetes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; **91**(2): 166-73.
58. Moore PA, Guggenheimer J, Etzel KR, Weyant RJ, Orchard T. Type 1 diabetes mellitus, xerostomia, and salivary flow rates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; **92**(3): 281-91.
59. 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.
60. Clifford T, Finnerty J. The dental awareness and needs of a Parkinson's disease population. *Gerodontology* 1995; **12**(12): 99-103.
61. Orellana MF, Lagravere MO, Boychuk DG, Major PW, Flores-Mir C. Prevalence of xerostomia in population-based samples: a systematic review. *J Public Health Dent* 2006; **66**(2): 152-8.
62. Arslan A, Orhan K, Canpolat C, Delilbasi C, Dural S. Impact of xerostomia on oral complaints in a group of elderly Turkish removable denture wearers. *Arch Gerontol Geriatr* 2009; **49**(2): 263-7.
63. Bergdahl M, Bergdahl J. Low unstimulated salivary flow and subjective oral dryness: association with medication, anxiety, depression, and stress. *J Dent Res* 2000; **79**(9): 1652-8.
64. Bulthuis MS, Jan Jager DH, Brand HS. Relationship among perceived stress, xerostomia, and salivary flow rate in patients visiting a saliva clinic. *Clin Oral Investig* 2018; **22**(9): 3121-7.
65. Handelman SL, Baric JM, Saunders RH, Espeland MA. Hyposalivatory drug use, whole stimulated salivary flow, and mouth dryness in older, long-term care residents *Spec Care Dentist* 1989; **9**(1): 12-8.
66. Glazar I, Urek MM, Brumini G, Pezelj-Ribaric S. Oral sensorial complaints, salivary flow rate and mucosal lesions in the institutionalized elderly. *J Oral Rehabil* 2010; **37**(2): 93-9.
67. Lugovic-Mihic L, Pilipovic K, Crnaric I, Situm M, Duvancic T. Differential Diagnosis of Cheilitis - How to Classify Cheilitis? *Acta Clin Croat* 2018; **57**(2): 342-51.
68. Cassolato SF, Turnbull RS. Xerostomia: clinical aspects and treatment. *Gerodontology* 2003; **20**(2): 64-77.
69. Gil-Montoya JA, Silvestre FJ, Barrios R, Silvestre-Rangil J. Treatment of xerostomia and hyposalivation in the elderly: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016; **21**(3): e355-66.

70. Nadig SD, Ashwathappa DT, Manjunath M, Krishna S, Annaji AG, Shivaprakash PK. A relationship between salivary flow rates and Candida counts in patients with xerostomia. *J Oral Maxillofac Pathol* 2017; **21**(2): 316.
71. Guggenheimer J, Moore PA. Xerostomia: etiology, recognition and treatment. *J Am Dent Assoc* 2003; **134**(1): 61-9; quiz 118-9.
72. Liu YF, Kim Y, Yoo T, Han P, Inman JC. Burning mouth syndrome: a systematic review of treatments. *Oral Dis* 2018; **24**(3): 325-34.
73. Herrmann G, Muller K, Behr M, Hahnel S. [Xerostomia and its impact on oral health-related quality of life]. *Z Gerontol Geriatr* 2017; **50**(2): 145-50.
74. Gerdin EW, Einarson S, Jonsson M, Aronsson K, Johansson I. Impact of dry mouth conditions on oral health-related quality of life in older people. *Gerodontology* 2005; **22**(4): 219-26.
75. 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.
76. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, et al. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol* 2011; **56**(10): 991-6.
77. Fábíán TK, Beck A, Fejérdy P, Hermann P, Fábíán G. Molecular mechanisms of taste recognition: considerations about the role of saliva. *Int J Mol Sci* 2015; **16**(3): 5945-74.
78. Chaudhari N, Roper SD. The cell biology of taste. *J Cell Biol* 2010; **190**(3): 285-96.
79. Behrens M, Reichling C, Batram C, Brockhoff A, Meyerhof W. Bitter taste receptors and their cells. *Ann N Y Acad Sci* 2009; **1170**: 111-5.
80. Trepel M. Neuroanatomie: Struktur und Funktion. 6 ed: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2015.
81. Albrecht J, Wiesmann M. The human olfactory system. Anatomy and physiology. *Nervenarzt* 2006; **77**(8): 931-9.
82. Malnic B, Godfrey PA, Buck LB. The human olfactory receptor gene family. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004; **101**(8): 2584-9.
83. Briand L, Eloit C, Nespoulous C, et al. Evidence of an odorant-binding protein in the human olfactory mucus: location, structural characterization, and odorant-binding properties. *Biochemistry* 2002; **41**(23): 7241-52.
84. Malnic B, Hirono J, Sato T, Buck LB. Combinatorial receptor codes for odors. *Cell* 1999; **96**(5): 713-23.
85. Small DM. Flavor is in the brain. *Physiol Behav* 2012; **107**(4): 540-52.
86. Small DM, Prescott J. Odor/taste integration and the perception of flavor. *Exp Brain Res* 2005; **166**(3-4): 345-57.
87. Matsuo R. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000; **11**(2): 216-29.
88. Salles C, Chagnon MC, Feron G, et al. In-mouth mechanisms leading to flavor release and perception. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2011; **51**(1): 67-90.
89. Wilson E, Brown W. Influence of food matrix structure and oral breakdown during mastication on temporal perception of flavor. *Journal of Sensory Studies* 1997; **21**: 69-86.
90. Carpenter GH. The Secretion, Components, and Properties of Saliva. *Annual Review of Food Science and Technology* 2013; **4**(1): 267-76.
91. Morris-Wiman J, Sego R, Brinkley L, Dolce C. The effects of sialoadenectomy and exogenous EGF on taste bud morphology and maintenance. *Chem Senses* 2000; **25**(1): 9-19.
92. Leinonen J, Parkkila S, Kaunisto K, Koivunen P, Rajaniemi H. Secretion of carbonic anhydrase isoenzyme VI (CA VI) from human and rat lingual serous von Ebner's glands. *J Histochem Cytochem* 2001; **49**(5): 657-62.
93. Schmale H, Holtgreve-Grez H, Christiansen H. Possible role for salivary gland protein in taste reception indicated by homology to lipophilic-ligand carrier proteins. *Nature* 1990; **343**(6256): 366-9.

94. Deems DA, Doty RL, Settle RG, et al. Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; **117**(5): 519-28.
95. Bromley SM. Neurolocalization of taste disorders. *Handb Clin Neurol* 2019; **164**: 303-23.
96. Seiberling KA, Conley DB. Aging and olfactory and taste function. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; **37**(6): 1209-28, vii.
97. Imoscopi A, Inelmen EM, Sergi G, Miotto F, Manzato E. Taste loss in the elderly: epidemiology, causes and consequences. *Aging Clin Exp Res* 2012; **24**(6): 570-9.
98. Murphy C, Schubert CR, Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R, Nondahl DM. Prevalence of olfactory impairment in older adults. *JAMA* 2002; **288**(18): 2307-12.
99. Doty RL, Kamath V. The influences of age on olfaction: a review. *Front Psychol* 2014; **5**: 20.
100. Hummel T, Landis BN, Hüttenbrink KB. Dysfunction of the chemical senses smell and taste. *Laryngorhinootologie* 2011; **90 Suppl 1**: S44-55.
101. Mistretta CM. Aging effects on anatomy and neurophysiology of taste and smell. *Gerodontology* 1984; **3**(2): 131-6.
102. Sergi G, Bano G, Pizzato S, Veronese N, Manzato E. Taste loss in the elderly: Possible implications for dietary habits. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017; **57**(17): 3684-9.
103. Schiffman SS. Taste and smell losses in normal aging and disease. *JAMA* 1997; **278**(16): 1357-62.
104. Risso D, Drayna D, Morini G. Alteration, Reduction and Taste Loss: Main Causes and Potential Implications on Dietary Habits. *Nutrients* 2020; **12**(11).
105. Bartoshuk LM. Taste. Robust across the age span? *Ann N Y Acad Sci* 1989; **561**: 65-75.
106. Schiffman SS. Effects of aging on the human taste system. *Ann N Y Acad Sci* 2009; **1170**: 725-9.
107. Rademacher WMH, Aziz Y, Hielema A, et al. Oral adverse effects of drugs: Taste disorders. *Oral Dis* 2020; **26**(1): 213-23.
108. Schiffman SS, Graham BG, Suggs MS, Sattely-Miller EA. Effect of psychotropic drugs on taste responses in young and elderly. *Ann N Y Acad Sci* 1998; **855**: 732-7.
109. Yoshinaka M, Yoshinaka MF, Ikebe K, Shimanuki Y, Nokubi T. Factors associated with taste dissatisfaction in the elderly. *J Oral Rehabil* 2007; **34**(7): 497-502.
110. Ship JA. The influence of aging on oral health and consequences for taste and smell. *Physiol Behav* 1999; **66**(2): 209-15.
111. Solemdal K, Sandvik L, Willumsen T, Mowe M, Hummel T. The impact of oral health on taste ability in acutely hospitalized elderly. *PLoS One* 2012; **7**(5): e36557.
112. Pisano M, Hilar O. Zinc and Taste Disturbances in Older Adults: A Review of the Literature *Consult Pharm* 2016; **31**(5): 267-70.
113. Kubrak C, Jensen L. Malnutrition in acute care patients: a narrative review. *Int J Nurs Stud* 2007; **44**(6): 1036-54.
114. Fukasawa T, Orii T, Tanaka M, Yano S, Suzuki N, Kanzaki Y. Statistical approach to the drug-induced taste disorders based on zinc chelating ability. *Yakugaku Zasshi* 2005; **125**(4): 344-87.
115. Croy I, Nordin S, Hummel T. Olfactory disorders and quality of life--an updated review. *Chem Senses* 2014; **39**(3): 185-94.
116. Schubert CR, Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R, Nondahl DM. Olfactory impairment in older adults: five-year incidence and risk factors. *Laryngoscope* 2011; **121**(4): 873-8.
117. Stevenson RJ. An initial evaluation of the functions of human olfaction. *Chem Senses* 2010; **35**(1): 3-20.
118. Santos DV, Reiter ER, DiNardo LJ, Costanzo RM. Hazardous events associated with impaired olfactory function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; **130**(3): 317-9.
119. Duffy VB, Backstrand JR, Ferris AM. Olfactory Dysfunction and Related Nutritional Risk in Free-Living, Elderly Women. *Journal of the American Dietetic Association* 1995; **95**(8): 879-84.
120. Manesse C, Ferdenzi C, Sabri M, et al. Dysosmia-Associated Changes in Eating Behavior. *Chemosensory Perception* 2017; **10**(4): 104-13.

121. Keller A, Malaspina D. Hidden consequences of olfactory dysfunction: a patient report series. *BMC Ear Nose Throat Disord* 2013; **13**(1): 8.
122. Aschenbrenner K, Hummel C, Teszmer K, et al. The influence of olfactory loss on dietary behaviors. *Laryngoscope* 2008; **118**(1): 135-44.
123. Olofsson JK, Ekstrom I, Larsson M, Nordin S. Olfaction and Aging: A Review of the Current State of Research and Future Directions. *Iperception* 2021; **12**(3): 20416695211020331.
124. Seubert J, Laukka EJ, Rizzuto D, et al. Prevalence and Correlates of Olfactory Dysfunction in Old Age: A Population-Based Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2017; **72**(8): 1072-9.
125. Doty RL. Epidemiology of smell and taste dysfunction. *Handb Clin Neurol* 2019; **164**: 3-13.
126. Murphy C. The chemical senses and nutrition in older adults. *J Nutr Elder* 2008; **27**(3-4): 247-65.
127. Bramerson A, Johansson L, Ek L, Nordin S, Bende M. Prevalence of olfactory dysfunction: the skovde population-based study. *Laryngoscope* 2004; **114**(4): 733-7.
128. Liu G, Zong G, Doty RL, Sun Q. Prevalence and risk factors of taste and smell impairment in a nationwide representative sample of the US population: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2016; **6**(11): e013246.
129. Schubert CR, Cruickshanks KJ, Fischer ME, et al. Olfactory impairment in an adult population: the Beaver Dam Offspring Study. *Chem Senses* 2012; **37**(4): 325-34.
130. Karpa MJ, Gopinath B, Rochtchina E, et al. Prevalence and neurodegenerative or other associations with olfactory impairment in an older community. *J Aging Health* 2010; **22**(2): 154-68.
131. Heft MW, Robinson ME. Age differences in orofacial sensory thresholds. *J Dent Res* 2010; **89**(10): 1102-5.
132. Ahne G, Erras A, Hummel T, Kobal G. Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. *Laryngoscope* 2000; **110**(8): 1396-401.
133. Methven L, Allen VJ, Withers CA, Gosney MA. Ageing and taste. *Proc Nutr Soc* 2012; **71**(4): 556-65.
134. Weiffenbach JM, Baum BJ, Burghauer R. Taste thresholds: quality specific variation with human aging *J Gerontol* 1982; **37**(3): 372-7.
135. Winkler S, Garg AK, Mekayarajjananonth T, Bakaeen LG, Khan E. Depressed taste and smell in geriatric patients. *J Am Dent Assoc* 1999; **130**(12): 1759-65.
136. Boesveldt S, Lindau ST, McClintock MK, Hummel T, Lundstrom JN. Gustatory and olfactory dysfunction in older adults: a national probability study. *Rhinology* 2011; **49**(3): 324-30.
137. Boyce JM, Shone GR. Effects of ageing on smell and taste. *Postgrad Med J* 2006; **82**(966): 239-41.
138. Xu F, Laguna L, Sarkar A. Aging-related changes in quantity and quality of saliva: Where do we stand in our understanding? *J Texture Stud* 2019; **50**(1): 27-35.
139. Muñoz-González C, Vandenberghe-Descamps M, Feron G, Canon F, Labouré H, Sulmont-Rossé C. Association between Salivary Hypofunction and Food Consumption in the Elderlies. A Systematic Literature Review. *J Nutr Health Aging* 2018; **22**(3): 407-19.
140. Kamel UF, Maddison P, Whitaker R. Impact of primary Sjogren's syndrome on smell and taste: effect on quality of life. *Rheumatology (Oxford)* 2009; **48**(12): 1512-4.
141. Sasano T, Satoh-Kuriwada S, Shoji N, Sekine-Hayakawa Y, Kawai M, Uneyama H. Application of umami taste stimulation to remedy hypogeusia based on reflex salivation. *Biol Pharm Bull* 2010; **33**(11): 1791-5.
142. WHO. Oral health surveys, basic methods, 5th edition. 2013. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/453131/retrieve> (accessed 15.03.22).
143. Ainamo J, Barmes D, Beagrie G, Cutress T, Martin J, Sardo-Infirri J. Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPITN). *Int Dent J* 1982; **32**(3): 281-91.
144. Beighton D, Lynch E, Heath MR. A microbiological study of primary root-caries lesions with different treatment needs. *J Dent Res* 1993; **72**(3): 623-9.

145. Dirix P, Nuyts S, Vander Poorten V, Delaere P, Van den Bogaert W. Efficacy of the BioXtra dry mouth care system in the treatment of radiotherapy-induced xerostomia. *Support Care Cancer* 2007; **15**(12): 1429-36.
 146. Hummel T, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. 'Sniffin' sticks': olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem Senses* 1997; **22**(1): 39-52.
 147. Kobal G, Klimek L, Wolfensberger M, et al. Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2000; **257**(4): 205-11.
 148. Landis BN, Welge-Luessen A, Bramerson A, et al. "Taste Strips" - a rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. *J Neurol* 2009; **256**(2): 242-8.
 149. Spielman AI. Interaction of saliva and taste. *J Dent Res* 1990; **69**(3): 838-43.
 150. Bundeszahnärztekammer. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie. 2016, August. https://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/dms/Zusammenfassung_DMS_V.pdf (accessed 14.03.2022).
 151. Moghadam SA, Shirzaiy M, Risbaf S. The Associations between Periodontitis and Respiratory Disease. *J Nepal Health Res Counc* 2017; **15**(1): 1-6.
 152. Papadaki E, Anastassiadou V. Elderly complete denture wearers: a social approach to tooth loss. *Gerodontology* 2012; **29**(2): e721-7.
 153. Cousson PY, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL, Lesourd B, Lassauzay C. Nutritional status, dietary intake and oral quality of life in elderly complete denture wearers. *Gerodontology* 2012; **29**(2): e685-92.
 154. Vanderwee K, Clays E, Bocquaert I, Gobert M, Folens B, Defloor T. Malnutrition and associated factors in elderly hospital patients: a Belgian cross-sectional, multi-centre study. *Clin Nutr* 2010; **29**(4): 469-76.
 155. Quirynen M, Avontroodt P, Soers C, Zhao H, Pauwels M, van Steenberghe D. Impact of tongue cleansers on microbial load and taste. *J Clin Periodontol* 2004; **31**(7): 506-10.
 156. Barbe AG, Ludwar L, Hamacher S, Noack MJ. Efficacy of a newly developed mouth gel for xerostomia relief-A randomized double-blind trial. *Oral Dis* 2019; **25**(6): 1519-29.
 157. van der Meij BS, Wijnhoven HA, Finlayson GS, Oosten BS, Visser M. Specific food preferences of older adults with a poor appetite. A forced-choice test conducted in various care settings. *Appetite* 2015; **90**: 168-75.
 158. Jeon S, Kim Y, Min S, Song M, Son S, Lee S. Taste Sensitivity of Elderly People Is Associated with Quality of Life and Inadequate Dietary Intake. *Nutrients* 2021; **13**(5).
 159. Mathey MF, Siebelink E, de Graaf C, Van Staveren WA. Flavor enhancement of food improves dietary intake and nutritional status of elderly nursing home residents. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; **56**(4): M200-5.
 160. Bautista EN, Tanchoco CC, Tajan MG, Magtibay EV. Effect of flavor enhancers on the nutritional status of older persons. *J Nutr Health Aging* 2013; **17**(4): 390-2.
 161. Schiffman SS, Miletic ID. Effect of taste and smell on secretion rate of salivary IgA in elderly and young persons *J Nutr Health Aging* 1999; **3**(3): 158-64.
 162. Schiffman SS, Warwick ZS. Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: food intake, biochemical indices, and anthropometric measures. *Physiol Behav* 1993; **53**(2): 395-402.
 163. Bruno M, Taddeo F, Medeiros IS, et al. Relationship between toothpastes properties and patient-reported discomfort: crossover study. *Clin Oral Investig* 2016; **20**(3): 485-94.
 164. Navazesh M. Methods for collecting saliva. *Ann N Y Acad Sci* 1993; **694**: 72-7.
-

7. Anhang

7.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Xerostomische visuelle Analogskala (xVAS) ¹⁴⁵	28
Abbildung 2: Sialometrie: Die Patientin beugt sich nach vorne und fängt den produzierten Speichel mit einem Becher auf. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.	29
Abbildung 3: Burghart Sniffin'-Sticks-Test ^{146,147} . a) Filzstift „1“ des Sniffin'-Sticks-Tests wird 1 – 2 cm vor die Nase der Patientin gehalten; b) Abbildung der zu dem Filzstift „1“ passenden Antwortkarte mit vier Antwortmöglichkeiten, aus denen die Patientin eine auswählt. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.....	31
Abbildung 4: Burghart „Taste-Stripes“ ¹⁴⁸ . Die Patientin legt einen Geschmacksstreifen des Burghart-Tests auf die Mitte ihrer Zunge und versucht, den Geschmack zu identifizieren. Das Bild wurde mit dem Einverständnis der sichtbaren Person eingefügt.....	32
Abbildung 5: Burghart-Test mit zwölf „Sniffin'-Sticks“ und vier verschiedenen „Taste-Stripes“	32

7.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klinische Charakteristika der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.....	35
Tabelle 2: Chronische Erkrankungen der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.....	36
Tabelle 3: Ergebnisse des Geruchs- und Geschmackstests (Sniffin'-Sticks und Taste-Stripes) der Patientengruppen „mit Mundtrockenheit“ und „ohne Mundtrockenheit“.....	37
Tabelle 4: Ergebnisse des Geruchs- und Geschmackstests (Sniffin'-Sticks und Taste-Stripes) der Patientengruppen „mit Pflegebedarf“ und „ohne Pflegebedarf“.....	39

7.3. Befundbogen

Datum: _____ Behandler: _____

Patientendaten:

Patienten-ID: _____

Name: _____ Geschlecht: m w

Vorname: _____

Geburtsdatum: _____ Alter: _____

1. Speichelfließratenmessung unstimuliert:

_____ / 5 min _____ / 1 min keine Angabe

2. Allgemeine Anamnese (aus der Akte):

Rauchen: ja , Anzahl: _____ nein keine Angabe

Körpergröße: _____ keine Angabe

Körpergewicht: _____ keine Angabe

Allgemeine Erkrankungen: _____

Allergien: Absolute Anzahl: _____ keine Angabe

Absolute Anzahl: _____ keine Angabe

Medikamente: _____

Absolute Anzahl: _____ keine Angabe

Maßnahme gegen Mundtrockenheit: _____

Absolute Anzahl: _____ keine Angabe

Pflegesituation: Nicht pflegebedürftig
 Ambulant pflegebedürftig seit wann: _____
 Pflegeheimbewohner seit wann: _____
 keine Angabe

Demenz nach Facharzt diagnose: ja nein keine Angabe

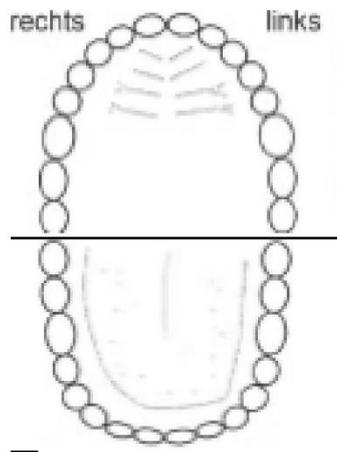
Pflegegrad: _____ keine Angabe

Behandlungsbedarf: _____

3. Xerostomic Visual Analogue Scala/ Dirix

Bewertung der subjektiven Mundtrockenheit (XVAS): _____

4. Zahnmedizinische Befunde:



Natürliche Zähne:

D: (Kronenkaries (Karies bis Dentin))
M: (misses)
F: (filled)

DMFT: _____

RCI:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

CPITN

CPITN			
CPITN			

5. Speichelfließrate stimuliert:

_____ / 5 min _____ / 1 min keine Angabe

6. Geruchs- und Geschmackstest

	↔			
1	A	B	C	D
2	A	B	C	D
3	A	B	C	D
4	A	B	C	D
5	A	B	C	D
6	A	B	C	D
7	A	B	C	D
8	A	B	C	D
9	A	B	C	D
10	A	B	C	D
11	A	B	C	D
12	A	B	C	D

Σ

A 

E 

I 

M 

8. Vorabveröffentlichung von Ergebnissen

Folgende Publikation wurde vorab veröffentlicht:

Care need and dry mouth as risk indicators for impaired taste and smell

Hummelsheim MZ, Hamacher S, Hagemeyer A, Noack MJ, Barbe AG.

Sci Rep. 2021 Oct 14;11(1):20419. doi: 10.1038/s41598-021-99978-3.



OPEN

Care need and dry mouth as risk indicators for impaired taste and smell

Mara-Zoe Hummelsheim¹, Stefanie Hamacher², Anna Hagemeyer², Michael Johannes Noack¹ & Anna Greta Barbe¹✉

To identify whether reduced saliva secretion or xerostomia symptoms are risk indicators for impaired taste and smell, depending on age and care needs. This cross-sectional study evaluated taste and smell in patients categorized into different age groups (<65> years) and different care need, with and without dry mouth. Of the 185 patients included, 119 were classified as “dry mouth” and 66 as “without dry mouth”. Overall, 103 (55.7%) were female and 37 (20%) needed care. There was no difference between “dry mouth” and “without dry mouth” regarding identification of odors or tastes, but a difference in the number of correctly identified odors and tastes in favor of “without care need” patients ($p < 0.05$). The ability to identify smells and tastes was negatively influenced by age, number of medications, and number of comorbidities, but subjective dry mouth had no impact. According to our results, subjective dry mouth is not a risk factor for an impaired ability to recognize smells and tastes. However, care need representing age, the number of medications taken, and the number of chronic comorbidities is a risk indicator.

The older patient population, especially those in need of care, is the fastest growing patient group worldwide (United Nations, 2020). Older people are well known to be affected by subjective (xerostomia) and objective (hyposalivation) dry mouth problems¹. These changes in salivary secretion are one of the most commonly-reported oral symptoms, with increasing frequency from middle to very old age, and negatively affect quality of life². Salivary dysfunction can be divided into: (1) xerostomia (the subjective feeling of a dry mouth); (2) hyposalivation (an objective reduction in saliva secretion), and (3) changes in saliva composition³. Although xerostomia is frequently a manifestation of reduced salivary flow, it can also be a symptom on its own. Previous research has shown that xerostomia may also be related to changes in the biochemical composition of saliva or altered protein structure^{4,5}. Dry mouth complaints can be described as a combination of subjective and objective complaints, possibly supplemented with functional and/or dental complaints resulting from the dry mouth. Hyposalivation also has multiple negative effects on oral health, including increased risk of caries, halitosis, prosthetic problems, an increased risk for candidiasis⁶ or burning mouth⁷. Dry mouth problems increase the risk of malnutrition, for example by exacerbating dysphagia or preventing optimal bolus formation when eating, with far-reaching consequences for general geriatric health^{8–10}. The main cause of dry mouth seems to be the frequent use of medications and over-the-counter-drugs, which increases with age^{11,12}. Many of these drugs alone induce hyposalivation, but the ability to taste and smell may be affected when a number of these drugs are used concomitantly^{13,14}; in turn, this can lead to changes in appetite and food intake. Impaired taste has been associated with increasing age^{15,16}, diseases and drugs¹⁷, and dry mouth¹⁸.

Due to a large number of heterogeneous studies in different age groups, as well as differences in research methods regarding the diagnosis of dry mouth, little is known about the risk indicators for impaired smell and taste in different age groups, or whether subjective or objective dry mouth contribute, particularly in combination with other risk indicators such as the need for care.

Regarding the mechanisms behind functioning and impaired taste and smell abilities, the perception of aromas is seen in the literature as an integration of different sensory perceptions into a functional sensory system (“cross-modal perception”). Accordingly, taste stimuli and somatosensory impressions from the oral cavity and olfactory perceptions ensure the perception of an aroma, with the olfactory component most frequently defining the aroma identity. At the same time, retro-nasal smells seem to be more relevant than ortho-nasal ones.

¹Department of Operative Dentistry and Periodontology, Centre of Dental Medicine, University of Cologne, Kerpener Str. 32, 50931 Köln, Germany. ²Institute of Medical Statistics and Computational Biology, Medical Faculty, University of Cologne, University Hospital Cologne, Köln, Germany. ✉email: anna.barbe@uk-koeln.de

	Total no. participants (N=185)	"Without dry mouth" (n=66)	"With dry mouth" (n=119)	p value*
Number of patients, n (%)				
Gender, female	103 (55.7)	36 (54.5)	67 (56.3)	0.878
Care need	37 (20)	15 (22.7)	22 (18.5)	0.566
Periodontitis (CPITN)	42 (57.5)	11 (84.6)	31 (51.7)	0.034
Hyposalivation				
Unstimulated	56 (31.6)	0 (0)	56 (49.5)	< 0.001
Stimulated	63 (36.6)	0 (0)	63 (55.8)	< 0.001
Mean (SD) or median (IQR)				
Age, years	66.2 (15.1) 67 (57–78)	65.7 (13.8) 65.5 (57–77)	66.5 (15.8) 68 (57–78)	0.578
Time in nursing home, months	19.8 (14.7) 16.5 (7–31)	23.9 (17) 23 (15–33)	17.2 (12.8) 14 (5–29)	0.264
Total API, n	3.4 (3.5) 2 (1–5)	3.1 (3.8) 2 (0–5)	3.6 (3.3) 2 (1–5)	0.095
Chronic diseases, n	2.5 (2.5) 2 (1–3)	2.1 (2.5) 1 (0–3)	2.7 (2.6) 2 (1–3)	0.013
BMI	25.5 (4.5) 25 (22–28)	25 (3.6) 24 (22–27)	25.9 (5.2) 25 (23–28)	0.366
DMFT	18.5 (6.4) 20 (15–23)	17.8 (6.4) 19 (14–22)	19 (6.3) 20 (15–23)	0.227
XVAS	3.8 (3.3) 4 (0–7)	0.5 (0.9) 0 (0–0.5)	5.6 (2.7) 6 (4–8)	< 0.001
Salivary flow rate, ml/min				
Unstimulated	0.4 (0.4) 0.3 (0.2–0.5)	0.6 (0.4) 0.5 (0.4–0.7)	0.3 (0.3) 0.2 (0.1–0.4)	< 0.001
Stimulated	1.2 (0.9) 1 (0.4–1.6)	1.8 (0.8) 1.6 (1.1–2.4)	0.8 (0.8) 0.6 (0.3–1.2)	< 0.001
Root caries index	0.3 (0.7) 0 (0–0.2)	0.2 (0.6) 0 (0–0)	0.3 (0.7) 0 (0–0.2)	0.016

Table 1. Clinical characteristics. *API* active pharmaceutical ingredients, *BMI* body mass index, *CPITN* community periodontal index of treatment needs, *DMFT* decayed missed filled teeth, *IQR* interquartile range, *SD* standard deviation, *XVAS* xerostomic visual analog scale. * $p < 0.05$ indicates statistical significance between “Dry mouth” and “Without dry mouth” patients (bold numbers) evaluated using Fisher’s Exact Test or Mann–Whitney U Test.

	Total no. participants (N=185)	"Without dry mouth" (n=66)	"With dry mouth" (n=119)	p value*
Number of patients, n (%)				
Cardiovascular disease	71 (44)	25 (38)	43 (48)	0.025
Bleeding disorder	6 (4)	1 (2)	4 (5)	0.030
Kidney disease	5 (3)	1 (2)	4 (5)	0.030
Rheumatoid arthritis	7 (5)	4 (6)	2 (2)	0.019
Epilepsy	4 (3)	1 (2)	3 (4)	0.132
Depression	16 (10)	4 (6)	11 (13)	0.005
Liver disease	9 (5)	1 (2)	8 (8)	< 0.001
Thyroid disease	33 (21)	14 (21)	17 (20)	0.665
Diabetes	16 (10)	3 (5)	12 (14)	< 0.001
Dementia	25 (13)	9 (14)	11 (9)	0.070
Lung disease	8 (5)	2 (3)	6 (7)	0.029
Stroke	12 (8)	6 (9)	6 (7)	0.343
Gastrointestinal disorder	12 (8)	3 (5)	9 (11)	0.006
Tumor disease	22 (13)	5 (8)	16 (16)	0.001
Parkinson’s diseases	8 (5)	1 (2)	7 (7)	0.001

Table 2. Chronic conditions. * $p < 0.05$ indicates statistical significance between “Dry mouth” and “Without dry mouth” patients (bold numbers) evaluated using Fisher’s Exact Test or Mann–Whitney U Test.

	Study participants (N = 185)	“Without dry mouth” (n = 66)	“With dry mouth” (n = 119)	p value*
Number of patients, n (%)				
Correctly recognized smell				
Orange	155 (83.8)	56 (84.8)	99 (83.2)	0.837
Leather	137 (74.1)	49 (74.2)	88 (73.9)	1.000
Cinnamon	128 (69.2)	49 (74.2)	79 (66.4)	0.320
Peppermint	154 (83.2)	54 (81.8)	100 (84)	0.687
Banana	135 (73)	47 (71.2)	88 (73.9)	0.731
Lemon	90 (48.6)	35 (53)	55 (46.2)	0.443
Licorice	135 (73)	49 (74.2)	86 (72.3)	0.863
Coffee	148 (80)	55 (83.3)	93 (78.2)	0.448
Clove	159 (85.9)	55 (83.3)	104 (87.4)	0.509
Pineapple	109 (58.9)	41 (62.1)	68 (57.1)	0.536
Rose	146 (78.9)	55 (83.3)	91 (76.5)	0.348
Fish	154 (83.2)	56 (84.8)	98 (82.4)	0.837
Correctly recognized taste				
Salty	149 (80.5)	55 (83.3)	94 (79)	0.563
Sweet	163 (88.1)	57 (86.4)	106 (89.1)	0.638
Bitter	154 (83.2)	52 (78.8)	102 (85.7)	0.304
Sour	139 (75.1)	48 (72.7)	91 (76.5)	0.597
Mean (SD) or median (IQR)				
Correctly identified odors, n	9 (3.1)	9.2 (3.1)	8.9 (3.1)	0.310
	10 (8–11)	10 (8–11)	10 (8–11)	
Correctly identified tastes, n	3.3 (1)	3.2 (1.2)	3.3 (1)	0.997
	4 (3–4)	4 (3–4)	4 (3–4)	
Correctly identified tastes plus odors, n	12.2 (3.7)	12.4 (4)	12.1 (3.6)	0.262
	14 (10–15)	14 (11–15)	13 (10–15)	

Table 3. Identification of smells (Sniffin’ Sticks) and tastes (Taste Strips) according to dry mouth status. *IQR* interquartile range, *SD* standard deviation. * $p < 0.05$ indicates statistical significance between “Dry mouth” and “Without dry mouth” patients (bold numbers), evaluated using Fisher’s Exact Test or Mann–Whitney U Test.

to all tastes and smells examined. Furthermore, the ability to identify smells and tastes was negatively influenced by age, the number of medications taken, and the number of chronic comorbidities.

In interpreting these results regarding identification of different odors and tastes in the “with dry mouth” group, it must be noted although this group reported high xerostomia scores, there were no hyposalivation values in the objective unstimulated or stimulated salivary flow rates. These values should have been below the threshold rates described in the literature (unstimulated whole saliva < 0.1 ml/min; stimulated whole saliva < 0.5 – 0.7 ml/min) to allow inclusion of people with objective hyposalivation^{32–34}. Therefore, using our analysis it was not possible to definitively state that objectively-assessed hyposalivation did not serve as a risk factor for taste or smell disorders. However, we were able to conclude that xerostomia alone (the subjective feeling of a dry mouth) did not result in taste or smell disorders.

As confirmed in our study, aging is a risk factors for impaired smell and taste among people with and without chronic diseases. In addition, chronic illnesses and medication use are both risk factors for smell and taste impairment³⁵. Causes include increased threshold values for taste and smell, reduced intensity of suprathreshold stimuli, diminished discrimination ability, diminished identification ability, and distorted taste or smell; however, the exact causes of changes in patients with full health and not taking medications have not yet been fully clarified.

Considering the results of the examined oral health, the results for periodontitis and root caries are significantly worse in the patient group with dry mouth. We do not think there is a plausible causal influence of these reduced oral health parameters on a restricted ability to smell or taste; rather, they are to be assessed as well-known and plausible consequences of reduced saliva flow rates as described in the literature^{36,37}. In addition, chronic diseases could be identified in the study participants that individually or in combination are known to increase the risk of dry mouth, either through the disease itself or through the associated medication¹. These diseases include cardiovascular disease, rheumatoid arthritis, depression, diabetes, and Parkinson’s disease, among others. In contrast, such a difference could not be shown in patients with lung diseases, epilepsy, or post-stroke condition, and are not described in the literature. Both polypharmacy and the presence of many chronic underlying diseases are also per se risk factors for dry mouth. Since the need for long-term care as a risk factor is a factor that is composed of a vulnerable state of many chronic diseases, the need for care appears to be a suitable representative factor for characterizing such a patient population.

Our findings identify the need for care as a risk indicator for changes in taste and smell, which should be considered alongside the chronic diseases and polypharmacy that classically characterize this group of patients³⁸.

	Study participants (N=190)	Without care need (n=149)	With care need (n=41)	p value*
Number of patients, n (%)				
Gender, female	108 (56.8)	78 (52.3)	30 (73.2)	0.021
Periodontitis (CPITN)	46 (59)	17 (42.5)	29 (76.3)	0.003
Hyposalivation				
Unstimulated	56 (31.6)	48 (32.4)	8 (27.6)	0.668
Stimulated	63 (36.6)	53 (36.1)	10 (40)	0.823
Correctly recognized smell				
Orange	156 (82.1)	141 (94.6)	15 (36.6)	<0.001
Leather	137 (72.1)	119 (79.9)	18 (43.9)	<0.001
Cinnamon	128 (67.4)	115 (77.2)	13 (31.7)	<0.001
Peppermint	155 (81.6)	140 (94)	15 (36.6)	<0.001
Banana	135 (71.1)	120 (80.5)	15 (36.6)	<0.001
Lemon	91 (47.9)	78 (52.3)	13 (31.7)	0.022
Licorice	136 (71.6)	125 (83.9)	11 (26.8)	<0.001
Coffee	149 (78.4)	135 (90.6)	14 (34.1)	<0.001
Clove	159 (83.7)	142 (95.3)	17 (41.5)	<0.001
Pineapple	109 (57.4)	99 (66.4)	10 (24.4)	<0.001
Rose	146 (76.8)	132 (88.6)	14 (34.1)	<0.001
Fish	155 (81.6)	136 (91.3)	19 (46.3)	<0.001
Correctly recognized taste				
Salty	150 (78.9)	126 (84.6)	24 (58.5)	0.001
Sweet	164 (86.3)	139 (93.3)	25 (61)	<0.001
Bitter	155 (81.6)	130 (87.2)	25 (61)	<0.001
Sour	139 (73.2)	122 (81.9)	17 (41.5)	<0.001
Mean (SD) or median (IQR)				
Age, years	66.7 (15.2)	62.5 (13.8)	81.9 (9.7)	<0.001
	67.5 (57–78)	63 (55–72)	84 (77–87)	
Total API, n	3.4 (3.5)	2.3 (2.5)	7.4 (3.7)	<0.001
	2 (1–5)	2 (0–4)	7 (5–10)	
Chronic diseases, n	2.6 (2.6)	1.7 (1.6)	6 (2.7)	<0.001
	2 (1–4)	1 (1–2)	6 (4–8)	
BMI	25.4 (4.6)	25.3 (4.6)	25.6 (4.7)	0.511
	25 (22–28)	25 (22–28)	25 (23–28)	
DMFT	18.7 (6.4)	17.3 (6.4)	22.2 (4.9)	<0.001
	20 (15–23)	18 (13.5–22)	23 (19–28)	
Root caries index	0.3 (0.7)	0.1 (0.2)	1 (1.2)	<0.001
	0 (0–0.2)	0 (0–0)	0.6 (0.2–1.5)	
XVAS	3.8 (3.3)	3.9 (3.4)	3.5 (3)	0.490
	4 (0–7)	4 (0–7)	3.5 (0–5)	
Salivary flow rate, ml/min				
Unstimulated	0.4 (0.4)	0.4 (0.3)	0.4 (0.5)	0.789
	0.3 (0.2–0.5)	0.3 (0.2–0.6)	0.3 (0.1–0.5)	
Stimulated	1.2 (0.9)	1.2 (0.9)	1 (0.8)	0.516
	1 (0.4–1.6)	1.1 (0.4–1.7)	0.8 (0.5–1.6)	
Correctly identified odors, n	8.8 (3.3)	10 (2.1)	4.4 (3.2)	<0.001
	10 (8–11)	11 (9–11)	4 (2–6)	
Correctly identified tastes, n	3.2 (1.1)	3.5 (0.8)	2.2 (1.5)	<0.001
	4 (3–4)	4 (3–4)	3 (1–3)	
Correctly identified odors plus tastes, n	11.9 (4.1)	13.4 (2.4)	6.5 (4.3)	<0.001
	13 (10–15)	14 (13–15)	7 (3–10)	

Table 4. Identification of smells (Sniffin' Sticks) and tastes (taste strips) according to care need (nursing grade). *API* active pharmaceutical ingredients, *BMI* body mass index, *CPITN* community periodontal index of treatment needs, *DMFT* decayed missed filled teeth, *IQR* interquartile range, *SD* standard deviation, *XVAS* xerostomic visual analog scale. * $p < 0.05$ indicates statistical significance (bold numbers), evaluated using Fisher's Exact Test or Mann–Whitney U Test.

The most important brain areas for the integration of the various sensory impressions into an aroma impression are in the insula, the operculum, the orbito-frontal cortex, the anterior cingulate cortex, and the amygdala^{19,20}.

Therefore, the correct functioning of many organ systems within the whole body system is involved in correct taste and smell. The number of diseases that may lead to taste and smell impairments are diverse and it is not easy to name a single cause. Different organ systems can be involved, which is why both the diagnosis and therapeutic options vary widely and can often only function in a multidisciplinary approach²¹. As described above, dry mouth and care need may represent these multifactorial limitations in many older people. We hypothesize that subjective or objective dry mouth problems and care need representing a high number of comorbidities and medications serve as risk indicators for the reduced abilities to taste and smell.

Our retrospective cross-sectional study evaluated differentiated taste and smell diagnostic data in patients categorized into different age groups and different care need categories, with and without subjective and objective reduced salivary output. Our objective was therefore to identify whether objective reduced salivary output or subjective dry mouth symptoms might serve as risk indicators for impaired taste and smelling, depending on age and care needs.

Materials and methods

Ethics and guidelines. The University of Cologne local ethics review board (19-1289) granted approval for the study. The study was registered under DRKS00024130 (date of registration: 25/01/2021) at the German Clinical Trials register (https://www.drks.de/drks_web/navigate.do?navigationId=resultsExt, lastly assessed 05/04/2021). All research was performed in accordance with relevant guidelines/regulations. This research has been performed in accordance with the Declaration of Helsinki and is reported according to the STROBE guidelines²².

Subjects. In this cross-sectional study, patient routine data were retrospectively evaluated. Data were taken from records of patients who had presented during 02/2018–08/2020 at the Department for Operative Dentistry and Periodontology, Cologne University Hospital, Germany, either for consultation regarding dry mouth problems or for participation in dry mouth intervention studies at the center. None of the patients who were included took part in therapy or intervention studies for saliva deficiency or symptom relief of dry mouth at least 12 months prior to the run-up to the study. The files from the named groups of people were scanned by two data extractors (HM and one person not otherwise involved in this study) regarding the inclusion criteria. All files that met these criteria were included. The records on the included patient cases were transferred from the electronic documentation software to case report forms (CRFs) and then transferred from the CRFs to the SPSS database. In this center, all patients gave their written consent that their data may be used for later retrospective pseudonymized data analysis.

Clinical parameters. *Oral examination.* Decayed, missing, filled teeth (DMFT) index and periodontal situation documented by the community periodontal index of treatment needs (CPITN) were documented²³. The root caries index (RCI) was graded on a scale from RC1 (hard surface) to RC5 (soft surface)²⁴.

Xerostomic visual analogue scale (xVAS). Participants were asked “How dry is your mouth?”, and answers were recorded as continuous variables from 0 = “not dry at all” to 10 = “no saliva at all”²⁵.

Unstimulated salivation rates. All saliva collections took place between 9 and 11 a.m. in a quiet room in the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Cologne, Germany. Due to the standard operating procedures of the department, participants did not consume any food or drinks 2 h prior to the examination and did not brush their teeth during this time. Participants were asked to relax for a couple of minutes before starting saliva collection. They were sat in an ordinary chair bent forward and asked to hold their mouth open and remain still, letting the saliva drip into a disposable cup held to the lower lips for 5 min. Volumes (ml) were determined using luer slip syringes (BD Discardit II, Becton, Dickinson and Company, Europe).

Stimulated salivation rate. The clinical collection of chewing-stimulated whole saliva samples has been outlined in detail^{26,27}. In brief, stimulated saliva sampling was started by flushing in tap water followed by chewing on paraffin wax (Ivodont Vivodent AG, Liechtenstein) (1 g) for 30 s as a prestimulating procedure. Subsequently, while further chewing at a fixed frequency of 50–60 chewing cycles per minute, participants were instructed to spit every 60 s for 5 min in a sterile plastic cup to obtain the rate (ml/min); during the last few seconds of the 5 min, the resting amount of saliva also was collected. Volumes collected were determined using luer slip syringes (BD Discardit II, Becton, Dickinson and Company, Europe).

Although other methods to determine the volume of saliva might be more accurate (i.e., gravimetrically²⁸), in this retrospective data setting we could not choose the diagnostic method. The described method is the method routinely used in the department of operative dentistry and periodontology.

Sniffin’ sticks. Testing of smell was performed using the validated Sniffin’ Sticks test (Burghart GmbH, Wedel, Germany) with commercially available felt-tip pens^{29,30}. According to the manufacturer’s information for smell presentation, the cap of the pen was removed by the experimenter for approximately 5–20 s, and the tip of the pen was placed approximately 1–2 cm in front of the patient’s nose. Smell definition was evaluated using 12 common smells. The participants were asked to choose from a list of four possible definitive terms for each smell. Each smell compound was presented by the examiner and a pause of at least 30 s was provided to prevent

desensitization to smell. No time limit was set on the patients. The test result was recorded per smell and as the total score of accurately identified smells.

Taste strips. For objective determination of taste impairments, Taste Strips (Burghart GmbH, Wedel, Germany) were used. This validated test contains individual spoon-shaped strips impregnated with the tastes sweet, sour, salty, and bitter. Each strip was placed in the middle of the tongue and the mouth was closed. Subjects had to decide between the answers “no taste,” “sweet,” “sour,” “salty,” and “bitter.” After each taste strip, the mouth was thoroughly rinsed with water³¹.

Data analysis and sample size calculation. In this retrospective study on the generation of hypotheses, all possible patients were included based on a previously-defined period according to the inclusion and exclusion criteria. As the aim was not to randomize according to a sample size estimate, the *p* values provided should be regarded as exploratory. Data were analyzed descriptively: absolute and relative frequencies are given for qualitative variables and mean \pm standard deviation for quantitative variables for reasons of comparability with other works in the literature. Medians and interquartile ranges were also reported. The patient data sets were divided into the groups “dry mouth” (with subjective or objective (or both) dry mouth symptoms) and “without dry mouth” (absence of both subjective and objective dry mouth problems). Patients were also grouped according to “with care need” and “without care need”, based on the nursing grade. Group differences were tested using unpaired t-test or Fisher’s exact test, respectively. Univariate linear regression models represented as regression coefficient with an associated 95% confidence interval and *p* value were performed for single odors and tastes. All reported *p* values are two-sided and considered statistically significant if lower than 5%. All calculations were done with SPSS Statistics 26.0.0.1 64-Bit (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Data were entered twice and reconciled in case of inconsistencies.

Informed consent. Informed consent was obtained from all subjects in this study.

Results

Clinical characteristics. We included 185 datasets: 119 (64%) with “dry mouth” and 66 (36%) “without dry mouth”. Overall, 103 (55.7%) were female and 37 (20%) needed care (Table 1). The oral examination showed a mean DMFT of 18.5 ± 6.4 , 107 (58%) suffered from periodontitis (CPITN), and the mean RCI was 0.3 ± 0.7 . The mean age was 66.2 ± 15.1 years. Periodontitis ($p=0.034$), RCI ($p=0.016$), and the total number of chronic diseases ($p=0.013$) were significantly higher in “dry mouth” patients than those “without dry mouth”. “Dry mouth” patients reported a mean VAS of 5.6 ± 2.7 , mean whole unstimulated salivary flow rates of 0.3 ± 0.3 ml/min, and mean whole stimulated flow rates of 0.8 ± 0.8 ml/min. Chronic conditions are shown in Table 2.

Impact of dry mouth on smell and taste. There was no difference between “dry mouth” and “without dry mouth” patients regarding identification of odors using the Sniffin’ Sticks or taste using the Taste Strips ($p > 0.05$). The odor that was most often identified correctly was clove (86% of patients), while the odor that was least identified correctly was lemon (49%). The taste that was most often identified correctly was sweet (88%), while the taste that was least identified correctly was sour (75%) (Table 3).

Impact of care need on smell and taste. When participants were classified according to “with care need” ($n=41$) and “without care need” ($n=149$), many significant differences in general and oral health in favor of “without care need” were observed ($p < 0.001$), including younger age, fewer chronic diseases, and more prescribed medications (Table 4). There were no differences regarding whole stimulated ($p=0.823$) and unstimulated ($p=0.668$) flow rates, and xerostomic VAS ($p=0.490$). However, there was a significant difference in the number of correctly identified odors and tastes in favor of the “without care need” patients (Table 4). In the “with care need” group, the odor that was most often identified correctly was fish (46%), while the odor that was least correctly identified was pineapple (24%). Salty, sweet and bitter tastes were identified correctly equally often in this group (59–61%).

Regression analysis. The ability to identify odors and tastes correctly was influenced by age ($p < 0.001$), the number of prescribed medications ($p < 0.001$ and $p=0.01$, respectively), and the number of chronic diseases ($p < 0.001$ and $p=0.01$). xerostomic VAS, gender, and stimulated or unstimulated hyposalivation did not have an impact on the recognition of odors or tastes. Results of the univariate binary logistic regression analysis of single odors also revealed the influence of age, number of prescribed medications, and number of chronic diseases for all odors ($p < 0.05$).

There was an impact on taste recognition according to: xerostomic VAS ($p=0.032$) and age ($p < 0.001$) for the salty taste; age ($p=0.002$), number of medications ($p=0.003$), and number of chronic diseases ($p=0.006$) for the sweet taste; age ($p=0.035$) and gender ($p=0.004$) for the bitter taste; age ($p=0.001$), number of medications ($p < 0.001$), and number of chronic diseases ($p < 0.001$) for the sour taste.

Discussion

We were unable to determine any differences regarding the ability to correctly identify different odors or tastes between patients “with dry mouth” (hyposalivation and/or xerostomia) or “without dry mouth”. In contrast, the need for care was identified as a risk indicator for impaired ability to recognize smells and tastes, which applied

Taste and smell changes in this group lead to poor appetite³⁹, different food choices⁴⁰, and a decrease in nutritional quality⁴¹. These factors have a broad impact by negatively contributing to disease status, weight loss, and immune competency^{17,42–44}, and play a role in the daily management of people who need care. Studies in cancer patients have demonstrated the vicious circle in which these problems contribute to each other over time. Reductions in taste and smell lead to malnutrition and weight loss^{45–47}, which might impair patient response to cancer therapies and potentially lead to higher mortality rates^{48,49}. We assume that this train of events would also apply to people in need of care, where a functioning immune system is essential to maintain health and wellbeing. In a nursing home setting, in which a third party is responsible for the choice of food and its preparation, the issues surrounding potential impairments in taste and smell and their impact on nutritional status are rarely considered. While parenteral nutrition is used to overcome these problems in cancer or palliative patients towards the end of life, eating a meal independently appears to be highly relevant for patients in need of care, contributing to an improved nutritional status and representing participation in social life. A few studies have evaluated the extent to which flavor-enhanced foods can help to compensate for the loss of taste and smell in nursing home residents, and found that flavor enhancement improved nutritional intake and led to improved immune competence^{50–52}. In these studies, simulated food flavors were added to healthy foods such as vegetables and meat and were associated with increased lymphocyte counts, improved functional status, and improved quality of life. Corresponding improvements in taste led to increased salivation with increased IgA secretion⁵¹. In dentistry, these considerations should also be applied to the selection of oral hygiene products (toothpaste, mouth rinse solution, mouth gels for symptomatic dry mouth relief), where a positive olfactory and taste sensation that is subjectively perceived by people contributes to frequent use. In the literature, it has been reported that with increasing age, the perception threshold seems to increase for sour and bitter tastes, but also salty, sweet, and umami tastes. Contrary to the logical first assumption, the consequence does not seem to be a preference for stronger flavors but rather leads to a shift towards sweet and salty foods⁵³. Therefore, oral care products developed especially for older people might be useful, whose tastes appear to be sweet or salty with neutral pH values. In palliative care, the patient's known taste preferences are often considered when alleviating the symptoms of frequently occurring, very dry mouth; cotton swabs are moistened with the patient's favorite drink and placed on the lips and mucous membranes⁵⁴. Since the preferences of older people often focus on rather sweet tastes, oral care products could also include these flavors—not sweetened with sugar, but instead possibly caries-inhibiting substances. Future studies should examine taste preferences, especially among seniors with dry mouth, so that these preferences could be included in the development of oral care products.

Our study showed that subjective dry mouth is not a clear risk indicator for the development of impaired smell and taste in older age. Additional interventions should be implemented to improve the smell and taste of food and stimulate the remaining saliva production, thus optimizing food intake and the use of oral hygiene products.

Limitations. The main limitation of our study is the retrospective data analysis. However, patients only were included if they had been involved in any form of dry mouth examination. By carefully discussing and describing the study population, we hope to clarify the scientific value of this study. Another limiting factor is the fact that in a very inhomogeneous study population as in this study, a high percentage of the elders in particular are affected by chronic diseases that are associated with a restricted sense of smell or taste (e.g. Parkinson's disease). However, due to the unambiguity of the data, we have no indications that repeating the study in other subgroups would lead to different results. Also, in this retrospective setting we cannot completely rule out that symptom-relieving agents were taken prior to the examination appointments; however, when examination took place, patients were asked about this and no events were reported. In addition, stratification of the “with dry mouth” group into different subpopulations (i.e., unstimulated and stimulated hyposalivation or xerostomia) might have been useful. Unfortunately, as in clinical practice, the individual symptoms of stimulated and unstimulated hyposalivation could not be assessed as individual factors because patients comprise different and unique combinations. For future prospective studies, however, a precise and differentiated assessment of the subjective and objective salivary parameters prior to inclusion in the study, with clearly defined inclusion and exclusion criteria regarding objective and subjective dry mouth values, should be carried out.

Conclusion

The ability to identify smells and tastes was negatively influenced by age, the number of medications taken, and the number of chronic comorbidities, but subjective dry mouth problems had no impact. In addition, the need for care was identified as an independent risk indicator for impaired ability to recognize smells and tastes. Since a limited ability to smell and taste has a wide negative influence on nutrition, especially in the group of older people with care needs, future focus should be on the development of interventions that positively influence smell and taste. This may also help to increase the flow of saliva, which can in turn contribute to improved nutritional status and improve general health and wellbeing.

Received: 30 March 2021; Accepted: 5 October 2021

Published online: 14 October 2021

References

1. Barbe, A. G. Medication-induced xerostomia and hyposalivation in the elderly: Culprits, complications, and management. *Drugs Aging* **35**(10), 877–885 (2018).
2. Villa, A. *et al.* World workshop on oral medicine VI: A systematic review of medication-induced salivary gland dysfunction: Prevalence, diagnosis, and treatment. *Clin Oral Investig* **19**(7), 1563–1580 (2015).
3. Saleh, J., Figueiredo, M. A., Cherubini, K. & Salum, F. G. Salivary hypofunction: An update on aetiology, diagnosis and therapeutics. *Arch. Oral Biol.* **60**(2), 242–255 (2015).

4. Eveson, J. W. Xerostomia. *Periodontol.* **2008**(48), 85–91 (2000).
5. Chaudhury, N. M., Shirlaw, P., Pramanik, R., Carpenter, G. H. & Proctor, G. B. Changes in saliva rheological properties and mucin glycosylation in dry mouth. *J. Dent. Res.* **94**(12), 1660–1667 (2015).
6. Buranarom, N., Komin, O. & Matangkasombut, O. Hyposalivation, oral health, and Candida colonization in independent dentate elders. *PLoS ONE* **15**(11), 32 (2020).
7. Aliko, A. *et al.* World workshop on oral medicine VI: Clinical implications of medication-induced salivary gland dysfunction. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* **120**(2), 185–206 (2015).
8. Dormenval, V., Budtz-Jørgensen, E., Mojon, P., Bruyere, A. & Rapin, C. H. Nutrition, general health status and oral health status in hospitalised elders. *Gerodontology* **12**(12), 73–80 (1995).
9. Furuta, M. *et al.* Interrelationship of oral health status, swallowing function, nutritional status, and cognitive ability with activities of daily living in Japanese elderly people receiving home care services due to physical disabilities. *Community Dent. Oral Epidemiol.* **41**(2), 173–181 (2013).
10. Carrion, S. *et al.* Oropharyngeal dysphagia is a prevalent risk factor for malnutrition in a cohort of older patients admitted with an acute disease to a general hospital. *Clin. Nutr.* **34**(3), 436–442 (2015).
11. Thomson, W. M. Dry mouth and older people. *Aust. Dent. J.* **60**(Suppl 1), 54–63 (2015).
12. Turner, M. D. Hyposalivation and xerostomia: Etiology, complications, and medical management. *Dent. Clin. N. Am.* **60**(2), 435–443 (2016).
13. Gil-Montoya, J. A. *et al.* Prevalence of drug-induced xerostomia in older adults with cognitive impairment or dementia: An observational study. *Drugs Aging* **33**(8), 611–618 (2016).
14. Tan, E. C. K., Loxombon, D., Sandborgh-Englund, G., Haasum, Y. & Johnell, K. Medications that cause dry mouth as an adverse effect in older people: A systematic review and metaanalysis. *J. Am. Geriatr. Soc.* **66**(1), 76–84 (2018).
15. Weiffenbach, J. M., Baum, B. J. & Burghauer, R. Taste thresholds: quality specific variation with human aging. *J. Gerontol.* **37**(3), 372–377 (1982).
16. Winkler, S., Garg, A. K., Mekayarajanonth, T., Bakaeen, L. G. & Khan, E. Depressed taste and smell in geriatric patients. *J. Am. Dent. Assoc.* **130**(12), 1759–1765 (1999).
17. Schiffman, S. S. Taste and smell losses in normal aging and disease. *JAMA* **278**(16), 1357–1362 (1997).
18. Kamel, U. F., Maddison, P. & Whitaker, R. Impact of primary Sjogren's syndrome on smell and taste: Effect on quality of life. *Rheumatology (Oxford)* **48**(12), 1512–1514 (2009).
19. Small, D. M. Flavor is in the brain. *Physiol. Behav.* **107**(4), 540–552 (2012).
20. Small, D. M. & Prescott, J. Odor/taste integration and the perception of flavor. *Exp. Brain Res.* **166**(3–4), 345–357 (2005).
21. Bromley, S. M. Neurolocalization of taste disorders. *Handb. Clin. Neurol.* **164**, 303–323 (2019).
22. von Elm, E. *et al.* The strengthening of reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *Int. J. Surg.* **12**(12), 1495–1499 (2014).
23. Ainamo, J. *et al.* Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPTN). *Int. Dent. J.* **32**(3), 281–291 (1982).
24. Beighton, D., Lynch, E. & Heath, M. R. A microbiological study of primary root-carious lesions with different treatment needs. *J. Dent. Res.* **72**(3), 623–629 (1993).
25. Dirix, P., Nuyts, S., Vander Poorten, V., Delaere, P. & Van den Bogaert, W. Efficacy of the BioXtra dry mouth care system in the treatment of radiotherapy-induced xerostomia. *Support. Care Cancer Off. J. Multinatl. Assoc. Support. Care Cancer* **15**(12), 1429–1436 (2007).
26. Kongstad, J. *et al.* Findings from the oral health study of the Danish health examination survey 2007–2008. *Acta Odontol. Scand.* **71**(6), 1560–1569 (2013).
27. Bardow, A. *et al.* Saliva composition in three selected groups with normal stimulated salivary flow rates, but yet major differences in caries experience and dental erosion. *Acta Odontol. Scand.* **72**(6), 466–473 (2014).
28. Navazesh, M. Methods for collecting saliva. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **694**, 72–77 (1993).
29. Kobal, G. *et al.* Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* **257**(4), 205–211 (2000).
30. Hummel, T., Sekinger, B., Wolf, S. R., Pauli, E. & Kobal, G. "Sniffin' sticks": olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem. Sens.* **22**(1), 39–52 (1997).
31. Landis, B. N. *et al.* "Taste strips"—A rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. *J. Neurol.* **256**(2), 242–248 (2009).
32. Pedersen, A. M., Bardow, A., Jensen, S. B. & Nauntofte, B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis.* **8**(3), 117–129 (2002).
33. Heintze, U., Birkhed, D. & Bjorn, H. Secretion rate and buffer effect of resting and stimulated whole saliva as a function of age and sex. *Swed. Dent. J.* **7**(6), 227–238 (1983).
34. Sreebny, L. M. Saliva in health and disease: An appraisal and update. *Int. Dent. J.* **50**(3), 140–161 (2000).
35. Schiffman, S. S. & Graham, B. G. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. *Eur. J. Clin. Nutr.* **54**(Suppl 3), S54–63 (2000).
36. Gavriilidou, N. N. & Belibasakis, G. N. Root caries: The intersection between periodontal disease and dental caries in the course of ageing. *Br. Dent. J.* **227**(12), 1063–1067 (2019).
37. Anil, S. *et al.* Xerostomia in geriatric patients: A burgeoning global concern. *J. Investig. Clin. Dent.* **7**(1), 5–12 (2016).
38. Schiffman, S. S. Taste and smell losses with age. *Bol. Assoc. Med. P. R.* **83**(9), 411–414 (1991).
39. de Jong, N., Mulder, I., de Graaf, C. & van Staveren, W. A. Impaired sensory functioning in elders: The relation with its potential determinants and nutritional intake. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* **54**(8), B324–B331 (1999).
40. Duffy, V. B., Backstrand, J. R. & Ferris, A. M. Olfactory dysfunction and related nutritional risk in free-living, elderly women. *J. Am. Diet Assoc.* **95**(8), 879–884 (1995) (quiz 85–6).
41. Griep, M. I. *et al.* Variation in nutrient intake with dental status, age and odour perception. *Eur. J. Clin. Nutr.* **50**(12), 816–825 (1996).
42. Schiffman, S. S. Taste and smell in disease (second of two parts). *N. Engl. J. Med.* **308**(22), 1337–1343 (1983).
43. Schiffman, S. S. Taste and smell in disease (first of two parts). *N. Engl. J. Med.* **308**(21), 1275–1279 (1983).
44. Abou-Donia, M. B., El-Masry, E. M., Abdel-Rahman, A. A., McLendon, R. E. & Schiffman, S. S. Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. *J. Toxicol. Environ. Health A* **71**(21), 1415–1429 (2008).
45. Williams, L. R. & Cohen, M. H. Altered taste thresholds in lung cancer. *Am. J. Clin. Nutr.* **31**(1), 122–125 (1978).
46. Bolze, M. S., Fosmire, G. J., Stryker, J. A., Chung, C. K. & Flipse, B. G. Taste acuity, plasma zinc levels, and weight loss during radiotherapy: A study of relationships. *Radiology* **144**(1), 163–169 (1982).
47. Ames, H. G., Gee, M. I. & Hawrysh, Z. J. Taste perception and breast cancer: evidence of a role for diet. *J. Am. Diet Assoc.* **93**(5), 541–546 (1993).
48. Nielsen, S. S., Theologides, A. & Vickers, Z. M. Influence of food odors on food aversions and preferences in patients with cancer. *Am. J. Clin. Nutr.* **33**(11), 2253–2261 (1980).
49. Trant, A. S., Serin, J. & Douglass, H. O. Is taste related to anorexia in cancer patients? *Am. J. Clin. Nutr.* **36**(1), 45–58 (1982).

50. Schiffman, S. S. & Warwick, Z. S. Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: Food intake, biochemical indices, and anthropometric measures. *Physiol. Behav.* **53**(2), 395–402 (1993).
51. Schiffman, S. S. & Miletic, I. D. Effect of taste and smell on secretion rate of salivary IgA in elderly and young persons. *J. Nutr. Health Aging* **3**(3), 158–164 (1999).
52. Schiffman, S. S., Graham, B. G., Suggs, M. S. & Sattely-Miller, E. A. Effect of psychotropic drugs on taste responses in young and elderly persons. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **855**, 732–737 (1998).
53. Sergi, G., Bano, G., Pizzato, S., Veronese, N. & Manzato, E. Taste loss in the elderly: Possible implications for dietary habits. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **57**(17), 3684–3689 (2017).
54. Venkatasalu, M. R., Murang, Z. R., Ramasamy, D. T. R. & Dhaliwal, J. S. Oral health problems among palliative and terminally ill patients: An integrated systematic review. *BMC Oral Health* **20**(1), 79 (2020).

Acknowledgements

The draft manuscript was edited by Deborah Nock (Medical WriteAway, Norwich, UK).

Author contributions

All authors whose names appear on the submission made substantial contributions to the conception or design of the work (Barbe AG, Noack MJ); or the acquisition (Hummelsheim M), analysis (Hamacher S, Hagemeyer A), or interpretation of data (Barbe AG, Hummelsheim M); drafted the work (Barbe AG) or revised (all other authors) it critically for important intellectual content. All authors approved the version to be published; and agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Additional information

Correspondence and requests for materials should be addressed to A.G.B.

Reprints and permissions information is available at www.nature.com/reprints.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

 **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

© The Author(s) 2021