

Stefan Zimmer, Mozhgan Bizhang

Fluoridprophylaxe in der Seniorenzahnmedizin

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Rolle der Kariesprophylaxe mit Fluorid in der Seniorenzahnmedizin. Bär et al. haben die Seniorenzahnmedizin als „Sammelbegriff für ein zahnmedizinisches Fachgebiet, das auch als Gerostomatologie, Gerodontologie, Gerontostomatologie sowie Alterszahnmedizin, Alterszahnmedizin oder Alterszahnheilkunde bekannt ist“, definiert².

Die Definition von Alter berücksichtigt verschiedene Dimensionen: Neben dem kalendarischen werden das biologische, das soziologische und das psychologische Alter unterschieden⁸. Das kalendarische Alter wird von der Weltgesundheitsorganisation WHO wie folgt definiert⁴³:

- 60–75 Lebensjahre: älterer Mensch,
- 76–90 Lebensjahre: alter Mensch,
- 91–100 Lebensjahre: sehr alter oder hochbetagter Mensch,
- >100 Lebensjahre: langlebiger Mensch.

Aus diesen Überlegungen, die hier nicht weiter vertieft werden sollen, wird deutlich, dass die Definition der Seniorenzahnmedizin von Bär et al. einen sehr heterogenen Personenkreis beschreibt, der von gesunden berufstätigen und leistungsfähigen 60-Jährigen bis hin zu in höchstem Maße unterstützungsbedürftigen über 100-Jährigen reicht.

Bei der Bewertung von Maßnahmen zur Erhaltung der Zahngesundheit ist entscheidend, welche davon ein Mensch noch selbstständig ausüben kann. Diese Maßnahmen sind:

- eine eigenständige regelmäßige häusliche Mundhygiene²² und
- die Wahrnehmung des Angebotes zahnmedizinischer professioneller Vorsorge- und Versorgungsangebote in der Zahnarztpraxis¹.

Die Fähigkeit, diese Maßnahmen ausüben zu können, ist sicher mit dem kalendarischen Alter korreliert, aber nicht zwangsläufig von ihm abhängig. Bedeutsamer als das Alter ist der individuell erforderliche Unterstützungsbedarf, der auch als Pflegebedürftigkeit beschrieben werden kann. Ältere oder alte Menschen, die mobil sind und gut für sich selbst sorgen können, sind zahnmedizinisch nicht grundsätzlich anders zu bewerten als jüngere. Pflegebedürftige Menschen hingegen bedürfen für die Erhaltung eines funktionsfähigen Kauorgans einer besonderen zahnmedizinischen präventiven und therapeutischen Betreuung. Eigene Studien in fünf Duisburger Seniorenheimen haben gezeigt, dass sich die Zahngesundheit der Pflegebedürftigen erheblich von der ihrer nicht pflegebedürftigen Altersgenossen in Deutschland unterscheidet. Beispielweise wiesen die erstgenannten, durchschnittlich 71,2 Jahre Alten

einen Mittelwert von 23,2 fehlenden Zähnen²³ auf, während es in der Allgemeinbevölkerung der 65- bis 74-Jährigen lediglich 11,1²⁰ waren.

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes gibt es in Deutschland 3,4 Mio. Pflegebedürftige, wovon 24 % in Heimen vollstationär und 76 % zu Hause versorgt werden⁶. In beiden Betreuungsformen besitzen die Pflegebedürftigen üblicherweise nicht die Mobilität, regelmäßig selbstständig eine Zahnarztpraxis aufzusuchen. Nach eigenen Schätzungen auf der Grundlage von Daten der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie benötigen von den ca. 3,4 Mio. Pflegebedürftigen ca. 1,6 Mio. Unterstützung bei der täglichen häuslichen Mundhygiene²⁰.

Aus verschiedenen Gründen, vor allem Zeitknappheit, aber auch aufgrund von Ängsten der unterstützenden Personen in den intimen Bereich der Mundhöhle eines anderen Menschen einzudringen, kann diese Unterstützung häufig nicht in dem erforderlichen Umfang erbracht werden. Also steht bei Menschen mit Pflegebedarf einem besonders hohen Bedarf an oraler Prävention ein besonders geringes Präventionspotenzial gegenüber. Deshalb sind besonders effiziente Maßnahmen erforderlich. In der Kariesprophylaxe kann Fluorid hier eine besondere Rolle spielen.

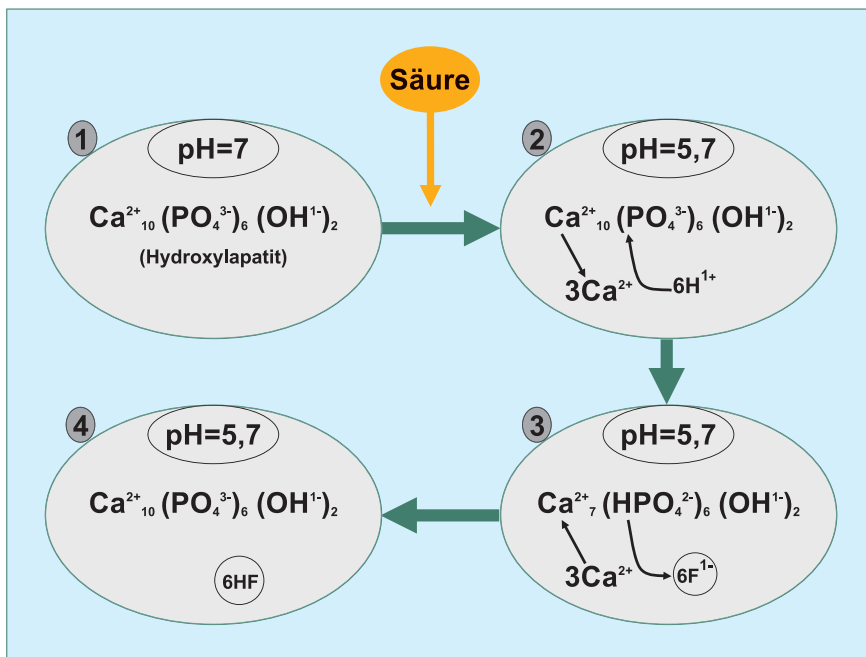


Abb. 1 Das Phosphat (PO_4^{3-}) des Hydroxylapatits (1) wird bei Säureeinwirkung durch H^+ -Ionen protoniert (2). Dadurch geht pro Phosphatmolekül eine negative Ladung, die für die Bindung der Calciumionen (Ca^{2+}) erforderlich ist, verloren. Die Folge ist Calciumverlust. Fluorid kann diesen Vorgang trotz niedrigem pH-Wert umkehren, indem es aufgrund seiner hohen Elektronegativität an das H^+ -Ion bindet und es somit aus dem Schmelz oder Dentin herauslöst (3 und 4).

Wirkung und Wirksamkeit von Fluorid

Nach König beginnt die Demineralisation von Hydroxylapatit als erster Schritt der Entstehung einer kariösen Läsion durch Protonierung des tertiären Phosphates ($\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{HPO}_4^{2-}$) im Apatit von Schmelz oder Dentin²¹. Dadurch kann Calcium nicht mehr im benötigten Umfang gebunden werden und geht verloren. Fluorid kann die im Zuge der Demineralisation im Hydroxylapatit gebundenen Protonen (H^+ -Ionen) aufgrund seiner hohen Elektronegativität wieder entfernen und somit die erneute Einlagerung von Calcium ermöglichen (Abb. 1)²¹.

Ten Cate und Duijsters konnten in einer sauren Lösung eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Fluoridkonzentration und dem Calciumverlust zeigen. Je höher die Fluoridkonzentration in der Lösung war, desto geringer war der Cal-

ciumverlust¹⁰. Diese Überlegungen und In-vitro-Untersuchungen haben bereits früh nahegelegt, dass die kariespräventive Wirkung von Fluorid sich in erster Linie durch den direkten Kontakt mit der Zahnoberfläche ergibt. Dies konnte in anderen Studien belegt werden und gilt mittlerweile als allgemein anerkannt^{8,31}.

Die systemische Wirkung, die durch einen Einbau von Fluorid während der Phase der Schmelzbildung und Schmelzreifung postuliert wird, ist nur von marginaler Bedeutung³⁹. Daher ist es wichtig, dass Fluorid in angemessener Häufigkeit und Konzentration zugeführt wird. Verschiedene Studien und Metaanalysen haben gezeigt, dass die kariespräventive Wirksamkeit mit steigender Fluoridkonzentration des applizierten Produktes zunimmt^{5,14,28,29,36,37}. Diese Konzentrations-Wirkungs-Beziehung konnte für Zahnpasten erst bei Konzentrationen ab 1.000 ppm Fluorid deutlich gezeigt werden^{15,33,40}.

In die Cochrane Review von Marinho et al. zur Wirksamkeit von Fluoridzahnpasten wurden 70 Studien eingeschlossen. Für Fluoridzahnpasten ergab sich im Vergleich zu fluoridfreien eine Karieshemmung von 24 %. Eine detaillierte Analyse der Daten zeigte darüber hinaus eine Abhängigkeit der kariesprophylaktischen Wirksamkeit von der Häufigkeit ihrer Anwendung. So wurde für den zweimal täglichen Gebrauch eine um 14 % höhere Karieshemmung gefunden als für die einmal tägliche Anwendung²⁵. Die Wirksamkeit der Zahnpasten war außerdem von der Art der Fluoridverbindung sowie der eingesetzten Fluoridkonzentration abhängig. Insgesamt kann geschätzt werden, dass mit einer optimal formulierten Fluoridzahnpasta mit einem Fluoridgehalt von etwa 1.450 ppm Fluorid, die zweimal täglich Anwendung findet, eine Karieshemmung zwischen 40 und 50 % erreicht werden kann. Diese Karieshemmung berücksichtigt nicht den präventiven Effekt der mechanischen Biofilmentfernung durch das Zähneputzen, der noch hinzukommt.

Aufgrund der Wirkweise von Fluorid (Abb. 1) ist davon auszugehen, dass ein Zusammenhang zwischen Wirksamkeit und Fluoridkonzentration auch für andere Fluoridpräparate vorhanden ist. Jedoch konnte dies in Metaanalysen für Fluoride-Gele, Lacke und Mundspüllösungen bislang nicht nachgewiesen werden^{23,26,27}. Möglicherweise ist dieser fehlende Nachweis darauf zurückzuführen, dass die bessere Wirksamkeit von höheren Fluoridkonzentrationen erst bei Probanden mit höherem Kariesrisiko nachzuweisen ist. So konnte in einer Studie mit hochkonzentrierten Fluoridlacken bei zweijährigen Kindern ein deutlicher und statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Applikationsfrequenz und Wirksamkeit gezeigt werden⁴¹, der in der entsprechenden Metaanalyse nicht gefunden wurde²⁷.

Risiken von Fluorid

Akute Toxizität

Die minimale Dosis, die toxische Zeichen und Symptome verursachen kann und ein sofortiges therapeutisches Eingreifen sowie Einweisung in eine Klinik erfordert, wird für Fluorid mit 5 mg pro kg Körpergewicht angegeben. Sie wird als „Probably toxic dose“ (PTD) bezeichnet⁴². Das bedeutet, dass ein Erwachsener mit 75 kg Körpergewicht 375 mg als Einzeldosis verschlucken müsste, um in ein Risiko für eine akute toxische Intoxikation zu gelangen. Das ist beim bestimmungsgemäßen Gebrauch von fluoridhaltigen Produkten zur Kariesprophylaxe ausgeschlossen und auch bei missbräuchlicher Anwendung nahezu unmöglich. Es müssten z. B. mehr als zwei große Tuben Zahnpasta mit 125 ml Inhalt auf einmal verschluckt werden.

Chronische Toxizität

Wenn über einen längeren Zeitraum Fluorid in überhöhten Dosen aufgenommen wird, können Veränderungen an Zähnen und Knochen, die als Fluorose bezeichnet werden, die Folge sein. Zu ersten radiologisch feststellbaren Zeichen einer Knochenfluorose, die noch ohne Krankheitswert sind, kommt es jedoch erst nach Einnahme einer Dosis von mehr als zehn mg/Tag über einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren⁴². Fluoridhaltige Prophylaktika kommen als Verursacher einer Knochenfluorose daher nicht infrage.

Die Dentalfluorose als am häufigsten diskutierte Nebenwirkung von Fluorid kann nur während der Phase der Schmelzbildung und frühen Schmelzreifung auftreten^{12,13,18}. Für die Senioren Zahnmedizin ist sie also ohne Belang.

Auch andere gelegentlich diskutierte Nebenwirkungen, wie eine mögliche Auswirkung auf die Intelligenz von Neugeborenen bei überhöhter fetaler sys-



Abb. 2 Wurzelkaries stellt bei älteren und alten Menschen ein besonderes Problem dar. Sie ist meistens schwer zu therapieren und führt oft zur Zahnextraktion.

temischer Fluoridexposition, können in der Senioren Zahnmedizin ausgeschlossen werden^{4,11}.

Fluoridhaltige Produkte für die Kariesprävention in der Senioren Zahnmedizin

Wie bereits ausgeführt, leiden pflegebedürftige Menschen in Abhängigkeit ihres Pflegegrades in der Regel unter einem extrem erhöhten Kariesrisiko mit einer sehr schnell fortschreitenden Gebisszerstörung. Insbesondere die Wurzelkaries stellt ein therapeutisch schwer zu behandelndes Problem dar (Abb. 2). Dies zieht erhebliche Konsequenzen für die Nahrungsaufnahme und das allgemeine Wohlbefinden nach sich. Deshalb müssen in der Senioren Zahnmedizin Produkte zum Einsatz kommen, die einfach und schnell zu applizieren und besonders wirksam sind. In der vorliegenden Abhandlung erfolgt eine Beschränkung auf Produkte für den nichtprofessionellen Bereich, die von den betroffenen Patienten selbst, von

Pflegekräften oder Familienangehörigen angewandt werden können.

Zahnpasten

Studien liegen vor allem für die Wirksamkeit von hochkonzentrierten Fluoridzahnpasten in der Prävention von Wurzelkaries vor. Dabei muss angemerkt werden, dass es solche Studien für die eigentliche Zielgruppe der alten gebrechlichen Menschen kaum gibt. Ein Grund dafür ist, dass in der Regel keine Genehmigungen der Ethikkommissionen für Studien an derart vulnerablen Populationen erteilt werden. Srinivasan et al. konnten in ihrer Multi-center-3-Monatsstudie an durchschnittlich 58 Jahre alten Patienten zeigen, dass eine Zahnpasta mit 5.000 ppm Fluorid einer Zahnpasta mit 1.350 ppm Fluorid in Bezug auf die Oberflächenhärtung einer Wurzelkaries überlegen war³⁵.

In einer klinischen Zweijahresstudie zeigten Nordström und Birkhed, dass eine Zahnpasta mit 5.000 ppm Fluorid gegenüber einer Zahnpasta mit 1.450 ppm Fluorid zu 40 % weniger



Abb. 3 Gebrauchsfertige Mundspüllösungen sollten von erwachsenen Menschen mit Unterstützungsbedarf einmal täglich, am besten nach dem Mittagessen, angewendet werden. Die Fluorkonzentration sollte möglichst 500 ppm betragen.

Karieszuwachs führte. Die Studienteilnehmer waren im Durchschnitt 15 Jahre alt³⁰. Das entspricht zwar nicht der hier behandelten Zielgruppe, da aber die Mechanismen von Kariesentstehung und -vermeidung grundsätzlich gleich sind, liefert auch diese Studie wichtige Informationen zur Einschätzung der Wirksamkeit einer hochkonzentrierten Fluoridzahnpaste.

In seiner Übersichtsarbeit von 2016 widmet sich Ekstrand der Frage nach der Bedeutung von Zahnpasten mit hohem Fluoridgehalt für die Prävention bei älteren und vulnerablen Erwachsenen. Insgesamt neun Studien wurden mit unterschiedlichen Fragestellungen analysiert. Der Autor kommt zu der Schlussfolgerung, dass eine Zahnpaste mit 5.000 ppm Fluorid den Zuwachs an Wurzelkaries gegenüber der Anwendung einer konventionellen Zahnpaste mit 1.000 bis 1.450 ppm Fluorid halbiert. Als Ursachen für diesen besonderen präventiven Effekt identifizierte Ekstrand, dass die Zahnpaste mit 5.000 ppm Fluorid die Fluorkonzentration im Speichel erheblich erhöhte, die Plaque sowie die Anzahl an Mutans-Streptokokken und

Laktobazillen reduzierte und die Bildung von Calciumfluorid an der Zahnoberfläche förderte¹⁷.

Ekstrand et al. untersuchten die Wirksamkeit verschiedener Fluoridanwendungen bei 189 über 75 Jahre alten gebrechlichen Personen. In Gruppe 1 putzten die Probanden ihre Zähne mit einer Zahnpaste mit 1.450 ppm Fluorid. Einmal im Monat wurde dies von einer Dentalhygienikerin übernommen. Außerdem wurden aktive Wurzelkariesläsionen mit einem Fluoridlack mit 22.600 ppm Fluorid behandelt. In Gruppe 2 putzten die Testpersonen zweimal täglich mit einer Zahnpaste mit 5.000 ppm Fluorid und in Gruppe 3 mit einer Zahnpaste mit 1.450 ppm Fluorid. Ein wesentliches Ergebnis nach acht Monaten Studiendauer war, dass in Gruppe 1 nur zwei von zehn Probanden eine neue Karies entwickelten, in Gruppe 2 waren es drei von zehn und in Gruppe 3 fünf von zehn. Zwischen den Gruppen 1 und 2 wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt⁶.

Auch das Autorenteam Tan et al. hat unterschiedliche Prozeduren für die Prävention von Wurzelkaries bei

älteren Menschen untersucht. 306 Probanden aus Alten- und Pflegeheimen in Hongkong wurden auf vier Gruppen verteilt. In allen Gruppen wurden Mundhygienemaßnahmen instruiert und die Anwendung von Fluoridzahnpaste empfohlen. In drei Gruppen wurden zusätzlich zum Zähneputzen folgende Maßnahmen ergriffen: Anwendung von Chlorhexidin-Lack alle drei Monate (1), Natriumfluoridlack mit 22.600 ppm Fluorid alle drei Monate (2) und Silberdiaminfluorid alle zwölf Monate (3). Nach drei Jahren waren in der Gruppe, die lediglich täglich Fluoridzahnpaste verwendete, 2,5 neue Wurzelkariesläsionen entstanden. In Gruppe 1 waren es nur 1,1; in Gruppe 2 0,9 und in Gruppe 3 0,7²⁸. Es ist anzumerken, dass Silberdiaminfluorid in Deutschland nicht zur Kariesprophylaxe zugelassen ist.

Mundspüllösungen für die tägliche Anwendung

Gebrauchsfertige Mundspüllösungen sind von sogenannten Mundwasserkonzentraten abzugrenzen. Die Letzteren werden in hoher Verdünnung mit Wasser eingesetzt und haben keinen nennenswerten Effekt bezüglich der Vorbeugung von Karies, Gingivitis oder Parodontitis. Gebrauchsfertige Mundspüllösungen (Abb. 3) stellen dem gegenüber in vielen Fällen eine sinnvolle Ergänzung des mechanischen Biofilmanagements dar. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind Kariesprävention durch Fluorid und Gingivitisprävention durch antimikrobielle Substanzen. Es sollte immer – solange noch eigene Zähne in der Mundhöhle vorhanden sind – darauf geachtet werden, dass die verwendete Lösung nicht nur antimikrobiell wirksam ist, sondern auch Fluorid enthält. In einer Metaanalyse, in die 35 randomisierte klinische Studien mit insgesamt 14.600 Probanden unter 16 Jahren eingeschlossen worden waren, wurde für Mundspüllösungen mit Fluorkonzentrationen zwischen 100 und

3.000 ppm eine durchschnittliche Karieshemmung von 27 % nachgewiesen^{23,24}.

In dem größten Teil der Studien wurden Mundspüllösungen mit 230 ppm Fluorid bei täglicher Spülung und 900 ppm bei wöchentlicher bzw. 14-täglicher Spülung eingesetzt. Das Bundesinstitut für Riskobewertung (BfR) empfiehlt aufgrund einer Risiko-Nutzen-Bewertung, den Fluoridgehalt bei Jugendlichen und Erwachsenen auf 500 ppm zu begrenzen⁶.

Studien, die die Wirksamkeit von fluoridhaltigen Mundspüllösungen mit Relevanz für die Seniorenzahnmedizin untersucht haben, sind selten. Zwei Studien untersuchten den Effekt der täglichen Anwendung einer kombinierten Aminfluorid (AmF)/Zinnfluorid (SnF₂)-Spüllösung (250 ppm F⁻) auf die Entwicklung von Wurzelkaries. Bezogen auf den "Root caries index" (RCI) fanden Ueberschär und Günay bei 50-Jährigen eine Hemmung von 61 %³². Die Teilnehmer hatten 16 Monate lang dreimal täglich zusätzlich zum Zähneputzen mit der Lösung gespült.

Banoczy und Nemes verglichen die AmF/SnF₂-Spülung mit einer 250 ppm Fluoridlösung mit Natriumfluorid (NaF) in einer klinischen Studie an durchschnittlich 47 Jahre alten Personen³. Beide Produkte wurden zusätzlich zur Anwendung einer Fluoridzahnpaste zweimal täglich benutzt. Am Ende dieser Fünfmonatsstudie hatte der RCI in der NaF-Gruppe um 10 %, in der AmF/SnF₂-Gruppe aber um 47,4 % abgenommen.

Fure et al. fanden eine Karieshemmung von 65 % in ihrer Zweijahresstudie an älteren Menschen (Mittelwert 71,5 Jahre), die zweimal täglich mit einer 500 ppm Fluoridlösung als NaF gespült hatten¹⁹.



Abb. 4 Ein trockener Mund infolge reduzierter Speichelproduktion ist vor allem bei älteren und alten Menschen zu finden. Die Folgen sind häufig trockene und schmerzhafte Schleimhäute und ein besonders starkes Plaquewachstum.

Schlussfolgerung

Zahnpasten mit einem hohen Fluoridgehalt von 5.000 ppm können in der Seniorenzahnmedizin eine besonders effiziente Maßnahme der Kariesprophylaxe sein. Ihre ausgesprochen effektive Wirkung ist in klinischen Studien nachgewiesen. Sie sollten regelmäßig zweimal täglich von Menschen mit eingeschränkter Mundhygienefähigkeit angewendet werden. Aufgrund ihres hohen Fluoridgehaltes sind derartige Zahnpasten jedoch Arzneimittel und verschreibungspflichtig. Derzeit werden sie von den gesetzlichen Krankenkassen nicht erstattet. Wegen ihrer hohen Wirksamkeit und da kein probates anderes Mittel für eine effiziente Kariesprävention bei dem besprochenen Personenkreis in Sicht ist,

ist eine Kostenübernahme dringend wünschenswert.

Unterstützt werden kann die Kariesprophylaxe bei unterstützungsbedürftigen Menschen durch die tägliche Anwendung von Mundspüllösungen. Diese sind Kosmetika und frei verkäuflich. Sie sollten 500 ppm Fluorid enthalten. Ergänzend ist ein antibakteriell wirkender Inhaltsstoff wünschenswert. Da ältere Menschen oft unter trockenen Schleimhäuten leiden (Abb. 4), sollten diese Mundspüllösungen keinen Alkohol enthalten. Empfehlenswert ist die einmal tägliche Anwendung einer solchen Mundspüllösung ergänzend zur zweimal täglichen Anwendung der hochkonzentrierten Fluoridzahnpaste, am besten nach dem Mittagessen. Voraussetzung ist, dass die Patientin/der Patient selbstständig ausspucken kann (Tab. 1).

Tab. 1 Anwendungs- und Dosierungsempfehlung.

| Indikation | Produkt | Fluorid-Konzentration | Häufigkeit | Menge |
|---|----------------|-----------------------|--------------|-----------------------------|
| Erwachsene, ältere und alte Menschen mit Unterstützungsbedarf | Zahnpasta | 5.000 ppm | zweimal tgl. | Länge des Zahnbürstenkopfes |
| | Mundspüllösung | 500 ppm | einmal tgl. | 10 ml |



Literatur

1. Axelsson P, Nystrom B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004;31:749-757.
2. Bär C, Reiber T, Nitschke I. Senioren Zahnmedizin in Deutschland: Status quo und Ziele der nahen und fernen Zukunft. *Zahnärztl Mitt* 2009;99:514-525.
3. Banoczy J, Nemes J. Effect of amine fluoride (AmF)/stannous fluoride (SnF₂) toothpaste and mouthwashes on dental plaque accumulation, gingivitis and root-surface caries. *Proc Finn Dent Soc* 1991;87:555-559.
4. Bashash M, Thomas D, Hu H et al. Prenatal fluoride exposure and cognitive outcomes in children at 4 and 6-12 years of age in Mexico. *Environ Health Perspect* 2017;125(9):097017.
5. Biesbrock AR, Bartizek RD, Gerlach R et al. Effect of three concentrations of sodium fluoride dentifrices on clinical caries. *Am J Dent* 2003;16:99-104.
6. Bundesamt, Statistisches. Gesundheit – Pflege. Internet: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/_inhalt.html. Abruf: 15.10.2020.
7. Bundesinstitut für Risikobewertung. Fluorid-haltige Mundwässer und Alkoholgehalt in Mund- und Zahnpflegemitteln. Internet: https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/zahnpflegemittel-4959.html. Abruf: 15.10.2020.
8. Carecommunity Carelounge. Was heißt Alter? Internet: http://carecommunity.de/altenarbeit/wissen/grundlagen_washeisstalter.php. Abruf: 15.10.2020.
9. Cate ten JM. Review on fluoride, with special emphasis on calcium fluoride mechanisms in caries prevention. *Eur J Oral Sci* 1997;105:461-465.
10. Cate ten JM, Duijsters, PPE. Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. *Caries Res* 1983;17:193-199.
11. Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect*, 2012;120(10):1362-1368.
12. DenBesten PK. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27:41-47.
13. DenBesten PK, Thariani H. Biological mechanisms of fluorosis and level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to fluorosis. *J Dent Res* 1992;71:1238-1243.
14. DePaola PF. The benefits of high-potency fluoride dentifrices. *Compend Contin Educ Dent* 1997;18:44-50.
15. dos Santos AP, Nadanovsky P, de Oliveira. A systematic review and metaanalysis of the effects of fluoride toothpastes on the prevention of dental caries in the primary dentition of preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2013;41(1):1-12.
16. Ekstrand K, Martignon S, Holm-Pedersen P. Development and evaluation of two root caries controlling programmes for home-based frail people older than 75 years. *Gerodontology* 2008;25(2):67-75.
17. Ekstrand KR. High fluoride dentifrices for elderly and vulnerable adults: Does it work and if so, then why? *Caries Res* 2016;50(Suppl 1):15-21.
18. Evans RW, Stamm JW. An epidemiologic estimate of the critical period during which human maxillary central incisors are most susceptible to fluorosis. *J Public Health Dent* 1991;51:251-259.
19. Fure, S.. Five-year incidence of caries, salivary and microbial conditions in 60-, 70- and 80-year-old Swedish individuals. *Caries Res* 1998;32:166-174.
20. Jordan R, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie DMS V. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 2016.
21. König KG. Karies und Kariesprophylaxe. Stuttgart: Thieme, 1987.
22. Kumar S, Tadakamadla J, Johnson NW. Effect of toothbrushing frequency on incidence and increment of dental caries: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2016;95(11):1230-1236.
23. Marinho VC. Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009;10(3):183-191.
24. Marinho VC, Chong LY, Worthington HV, Walsh T. Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;7:CD002284.
25. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2003:CD002278.
26. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Chong LY. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;6:CD002280.
27. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;7:CD002279.
28. Marks RG, Conti AJ, Moorhead JE, Cancro L, D'Agostino RB. Results from a three-year caries clinical trial comparing NaF and SMFP fluoride formulations. *Int Dent J* 1994;44:275-285.
29. Marks RG, D'Agostino R, Moorhead JE, Conti AJ, Cancro L. A fluoride dose-response evaluation in an anticaries clinical trial. *J Dent Res* 1992;71:1286-1291.
30. Nordstrom A, Birkhed D. Preventive effect of high-fluoride dentifrice (5,000 ppm) in caries-active adolescents: a 2-year clinical trial. *Caries Res* 2010;44(3):323-331.
31. Ögaard B, Rölla G, Dijkman T, Ruben J, Arends J. Effect of fluoride mouthrinsing on caries lesion development in shark enamel: an in situ caries model study. *Scand J Dent Res* 1991;99:372-377.
32. Ueberschär M, Günay H. Wurzelkaries-Inzidenz unter AmF/SnF₂-Mundspülung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991;46:566-568.
33. Santos AP, Oliveira BH, Nadanovsky P. Effects of low and standard fluoride toothpastes on caries and fluorosis: systematic review and meta-analysis. *Caries Res* 2013;47(5):382-390.
34. Shahani S. Mundgesundheitsstudie in 5 Duisburger Seniorenheimen. Diss med dent. Witten/Herdecke 2014.
35. Srinivasan M, Schimmel M, Riesen M et al. High-fluoride toothpaste: a multicenter randomized controlled trial in adults. *Community Dent Oral Epidemiol* 2014;42(4):333-340.
36. Stephen KW, Chestnutt IG, Jacobson APM et al. The effect of NaF and SMFP toothpastes on three-year caries increments in adolescents. *Int Dent J* 1994;44:287-295.
37. Stookey GK. Critical evaluation of the composition and use of topical fluorides. *J Dent Res (Spec Iss)* 1990;69:805-812.
38. Tan HP, Lo EC, Dyson, JE, Luo Y, Corbet, EF. A randomized trial on root caries prevention in elders. *J Dent Res* 2010;89(10):1086-1090.
39. Thylstrup A. Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries-prevention. *J Dent Res* 1990;69(Spec Iss):742-750.
40. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM et al. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;1:CD007868.
41. Weintraub JA, Ramos-Gomez F, Jue B et al. Fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries. *J Dent Res* 2006;85(2):172-176.
42. Whitford GM (Hrsg). The metabolism and toxicity of fluoride. Basel: Karger. 2. Aufl. 1996.
43. World Health Organization. Proposed working definition of an older person in Africa for the MDS Project. Internet: <https://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>. Abruf: 15.10.2020.



Autoren

Prof. Dr. Stefan Zimmer

Fakultät für Gesundheit
Abteilung für Zahnerhaltung und Präventive
Zahnmedizin
Universität Witten/Herdecke
Alfred-Herrhausen-Straße 50
58448 Witten
E-Mail: stefan.zimmer@uni-wh.de

Prof. Dr. Mozghan Bizhang

Fakultät für Gesundheit
Abteilung für Zahnerhaltung und Präventive
Zahnmedizin
Universität Witten/Herdecke
mozghan.bizhang@uni-wh.de