Sonderdruck

des Beitrages von Thomas Imfeld und Beatrice Sener:

Wirkung von Zinnfluorid-Gels auf Dentin

Zinnaufnahme und Säurelöslichkeit von menschlichem Dentin nach In-vitro-Behandlung mit verschiedenen Zinnfluorid-Gels.

Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich

Acta Medicinae Dentium Helvetica
Scientific part of the Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin
Wissenschaftlicher Teil der Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin
Partie scientifique de la Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie
Vol. 2: 2/1997

Überreicht durch:

Dr. Wild & Co. AG Basel

WIRKUNG VON ZINNFLUORID-GELS AUF DENTIN

Zinnaufnahme und Säurelöslichkeit von menschlichem Dentin nach In-vitro-Behandlung mit verschiedenen Zinnfluorid-Gels.

THOMAS IMFELD und BEATRICE SENER

Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich

Zusammenfassung

Die Anwendung von Zinnfluorid-Gels als lokale Fluoridapplikation zur Karies- und Gingivitisprophylaxe sowie zur Behandlung der Zahnhalsüberempfindlichkeit hat sich als wirksam erwiesen. Da die Stabilisierung von Zinn-(II)-Fluorid in Gelform galenisch schwierig ist, hat sich diese Fluoridverbindung für die lokale Applikation im Markt nicht breit durchgesetzt. In der Schweiz wurde ein neues Zinnfluorid-Gel (Emofluor®) entwickelt, das dank einem geeigneten Stabilisator bezüglich der Umwandlung von Zinn (II) in Zinn (IV) sehr stabil sein soll. In der vorliegenden Studie wurden der Zinneinbau in und die Säurelöslichkeit von Dentinoberflächen nach In-vitro-Behandlung mit zwei frisch zubereiteten Zinnfluorid-Gels, mit dem neu entwickelten Gel, einem Zinnfluorid-Gel des amerikanischen Marktes und einer Wasserkontrolle verglichen. Frisch zubereitetes Zinn-(II)-Gel erbrachte die stärkste Säurelöslichkeitsreduktion, gefolgt vom neuen Gel und vom frisch zubereiteten Zinn-(IV)-Gel. Das neue Gel war signifikant besser als das amerikanische Zinnfluorid-Gel und die Wasserkontrolle, welche keine Schutzwirkungen aufwiesen.

Acta Med Dent Helv 2: 17–22 (1997)

Schlüsselwörter:
Lokale Fluoridierung, Zinnfluorid, Demineralisationshemmung

Zur Veröffentlichung angenommen: 27. Oktober 1996

Korrespondenzadresse:
PD Dr. T. Imfeld, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Zürich, Plattenstrasse 11, 8028 Zürich, Tel. 01/257 33 11, Fax 01/262 01 05

Einleitung

Die kariostatische Wirkung des Fluorids basiert auf verschiedenen Mechanismen. Der Einbau von Fluorid in Form von Fluorapatit in die Zahnhartsubstanzen wurde früher als wichtigstes Element betrachtet. Fluorapatit hat jedoch, wie man heute weiss, ein geringeres kariostatisches Potential als gelöste Fluoride in der Umgebung der Zahnhartsubstanz. Fluoride können entweder an Apatitkristallen adsorbiert werden oder sich als pH-abhängiges Fluoridreservoir in Form einer (unreinen) Kalziumfluoridschicht auf der Zahnoberfläche niederschlagen. Eine aktuelle Literaturübersicht zu diesem Thema wurde von FISCHER et al. (1995) publiziert.

Zinnfluorid (SnF_2) war die erste Fluoridverbindung, welche in den Vereinigten Staaten in Zahnpasten verwendet wurde. Die ersten klinischen Untersuchungen wurden in den 50er Jahren publiziert (MUHLER & RADIKE 1957, MUHLER 1958). Trotz einer nachgewiesenen kariostatischen Wirkung von SnF_2 führten die galenischen Schwierigkeiten der Zinnstabilisierung in Zahnpasten rasch zum Einsatz anderer Fluoridverbindungen wie NaF, MFP und AmF. Zahnpasten mit diesen Fluoridverbindungen sind deshalb hauptverantwortlich für den eindrücklichen Rückgang der koronalen Karies in den Industrieländern während der letzten dreissig Jahre (RÖLLA et al. 1991). Durch diese Erfolge der Präventivzahnmedizin werden heute immer mehr Zähne bis ins höhere Alter erhalten. Die hohe Gingivitisprävalenz jedoch zeigt, dass die mechanisch-plaquereduzierende Wirkung der Zahnpaste offensichtlich geringer ist als ihre chemisch-kariostatische Fluoridwirkung (LANG 1990). Zusätzlich erhöht die Prävalenz der gingivalen Rezession das Risiko für Wurzelkaries und Zahnhalsüberempfindlichkeit bei der erwachsenen Bevölkerung. Diese neuen Patientenbedürfnisse verlangen nach lokal wirksamen Therapeutika, welche sowohl Schmelz- und Dentinkaries als auch Gingivitis bekämpfen und zusätzlich noch Zahnhalsüberempfindlichkeit mildern können. Aus diesen Gründen wird heute dem Zinnfluorid wieder vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Wie andere Fluoridverbindungen ist SnF_2 gegen koronale Karies wirksam. Sein Einfluss auf den Plaquemetabolismus ist jedoch grösser als derjenige von NaF, wenngleich der Angriffspunkt innerhalb der Glykolyse noch nicht geklärt ist (TINANOFF 1995). SnF_2 behindert auch die bakterielle Zell-zu-Zell-Kohäsion und die Adhäsion an der Zahnoberfläche (TINANOFF et al.

1976, OTA et al. 1989, KAMBARA & NORDE 1995). Zusätzlich wurde die klinische Wirksamkeit von SnF_2 in geeigneter wasserfreier Gelform für die Gingivitiskontrolle gut dokumentiert (BOYD 1994, TINANOFF et al. 1989, TINANOFF 1995 [Review]). Schliesslich reagiert SnF_2 mit Dentinoberflächen (RÖLLA & ELLINGSEN 1994) und reduziert die Zahnhalsüberempfindlichkeit durch Abdecken der Dentintubuli (TRASH et al. 1994, ELLINGSEN & RÖLLA 1987).
Gels sind seit den 60er Jahren als galenische Form für die lokale Fluoridapplikation im Handel. Sie werden sowohl für die professionelle Fluoridierung als auch für den individuellen Heimgebrauch angeboten. Die in der Schweiz erhältlichen Fluoridgels enthalten Natriumfluorid (Binaca), Aminfluorid (Elmex), Zinnfluorid (Resistan) oder Mischungen dieser Fluoridsalze (Meridol). NaF- und AmF-Produkte enthalten meist 12500 ppm F^-, SnF_2-Produkte rund 1000 ppm F^-. Die Schwierigkeit bei Zinnfluorid besteht darin, zweiwertiges Zinn-(II)-Fluorid in einem Gel gegen Hydrolyse und Oxidation zu stabilisieren ohne seine Bioverfügbarkeit herabzusetzen. Die Firma Dr.Wild & Co. AG, Basel, hat ein neues Zinn-(II)-Fluoridgel entwickelt, das dank geeigneter Stabilisation durch einen organischen Säureester bezüglich der Umwandlung von Zinn (II) in Zinn (IV) sehr stabil und lagerfähig sein soll. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Zinneinbau und Säureresistenzerhöhung von menschlichem Dentin nach Applikation dieses und anderer Zinnfluorid-Gels in vitro zu untersuchen.

Material und Methoden

Testprodukte:
Folgende Zinnfluorid-Produkte wurden verwendet:
Zinn-(II)-Fluoridgel 1000 ppm F^- und 3123 ppm Sn* (positive Kontrolle)
Zinn-(IV)-Fluoridgel 2000 ppm F^- und 3123 ppm Sn*
Dr. Wild Gel, Lot Nr. 593012 (Emofluor®)
Gel-KAM®, Lot Nr. 411015 (Colgate)**
Wasserkontrolle (negative Kontrolle)

* vor Benützung jeweils frisch aus Zinnfluorid-Salz zubereitet
** in den USA eingekauftes handelsübliches SnF_2-Gel

Analyse der Testprodukte:
pH-Wert, Säuregrad, ppm F^- und ppm Sn (II) (iodometrisch) der verwendeten Gels wurden im Labor vor den Versuchen bestimmt.

Dentinmaterial:
80 extrahierte menschliche Zahnwurzeln (Prämolaren) wurden verwendet. Ihre Oberfläche wurde mit zahnärztlichen Scalern gereinigt, und bis zu Versuchsbeginn wurden sie in 0,1 % Thymol bei 4 °C gelagert, um Bakterien- und Pilzbefall sowie ein Austrocknen zu verhindern. Danach wurden die Zahnwurzeln nach Zufall den einzelnen Testgruppen zugeordnet: Je 10 Wurzeln (total 50) dienten der Erfassung der Säurelöslichkeit nach Behandlung mit den vier Testprodukten und der Wasserkontrolle. Je 6 Wurzeln (total 30) dienten der Ermittlung des Zinneinbaus nach der Behandlung mit den Testprodukten resp. der Wasserkontrolle.

Behandlung:
Die Dentinproben wurden an 5 aufeinanderfolgenden Tagen je zweimal (total 10 Applikationen) mit den Testprodukten behandelt. Dazu wurden sie für 2 Minuten in die entsprechenden Testgels eingelegt, und mittels eines Pinsels wurde die gute Benetzung der Oberfläche gewährleistet. Nach Ablauf der zweiminütigen Einwirkungszeit wurden die Dentinproben mit destilliertem Wasser abgespült und danach 30 Minuten unter fliessendem (5 l/h) entionisiertem Wasser gewässert. Zwischen den einzelnen Applikationen der Testgels wurden die Dentinproben in einer Feuchtkammer aufbewahrt.

Bestimmung der Säureresistenz:
Die Säurelöslichkeit der behandelten Dentinproben wurde mittels einer Säureätztechnik (laborinterne Modifikation von GROBLER et al. 1990) bestimmt. Genau definierte, runde Dentinareale (Durchmesser 5 mm) wurden je mit 120 µl Milchsäure pH 3 während 5 Minuten angeätzt. Dieser Vorgang wurde sechsmal wiederholt, so dass 6 Schichten ausgewertet werden konnten. Die nach der Ätzzeit abpipettierten 120 µl Milchsäure wurden mit 1,7 ml 0,75%-Strontiumchlorid zur Phosphormaskierung vermengt und mit destilliertem Wasser auf 5 ml aufgefüllt. Der Kalziumgehalt der zur Ätzung verwendeten Milchsäure (der aus dem Dentin gelöst war) wurde in einem Atomabsorptionsspektrographen (Perkin Elmer 2380) bei einer Wellenlänge von 422,7 nm gemessen. Die Resultate wurden in µg Kalzium pro Schicht und Probenfläche (19,6 mm^2) ausgedrückt.

Ermittlung des Zinneinbaus:
Der Zinneinbau infolge der Behandlung mit den Testgels wurde mittels einer Elektronenmikrosonde (EDX-System, REM 926, Zeiss) erfasst. Dazu wurden die Dentinproben vorgängig während drei Wochen in einem Exikator mit Kieselgel blau getrocknet und dann mit Kohlenstoff besputtert. Die Resultate wurden in Gew % Zinn, Kalzium und Phosphor der Oberfläche angegeben.

Resultate

Analyse der verwendeten Testgels:
Die ermittelten Werte sind in Tabelle I wiedergegeben.

Säurelöslichkeit nach Behandlung mit den Testgels:
Die Säureresistenz der Dentinproben nach den verglichenen Gelapplikationen, ausgedrückt durch die Werte des Kalziumgehaltes (µg Ca) der sechs abgeätzten Dentinschichten, ist in der Abbildung 1 dargestellt. Die Signifikanzen der Unterschiede der Säurelöslichkeit nach Behandlung mit den verschiedenen Testgels bzw. mit Wasser pro Schicht wurden mittels Fisher PLSD und Scheffe-F-Tests geprüft. Die mit dem Dr. Wild Gel behandelten Dentinproben waren in allen sechs Schichten signifikant säureresistenter als die mit Gel-KAM behandelten Proben und die Wasserkontrollen. Der Gel-KAM-Gel erniedrigte die Säurelöslichkeit im Vergleich mit Wasser nur in den ersten zwei Schichten signifikant. Die frisch zubereiteten Zinn-(II)- und Zinn-(IV)-Gels waren zwar im vorliegenden Test signifikant besser (II) bzw. vergleichbar (IV), wären aber in ihrer galenischen Form nicht lagerfähig und deshalb für die individuelle Mundhygiene nicht geeignet.

Erfassung des Gehaltes an Zinn, Kalzium und Phosphor in den Dentinoberflächen:
Der Zinngehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den verschiedenen Gels (i.e. je 6 Wurzeln an denen je 3 Messungen erfolgten) ist in Abbildung 2 wiedergegeben. Signifikante Unterschiede (Fisher PLSD, Scheffe-F-Test) bestanden zwischen allen Gels und der Wasserkontrolle; Zinn-(II)-Gel und Gel-KAM; Zinn-(II)-Gel und Dr. Wild Gel; Zinn-(II)-Gel und Zinn-(IV)-Gel. Kein Unterschied bestand zwischen Gel-KAM und Dr. Wild Gel.

Tab. 1 Analyse der verwendeten Test-Gels

Testprodukt	pH (10%)	ppm F^-	Säuregrad	ppm Sn (II) Iodometrie
SnF_2-Gel 1000 ppm F^-	3,50	1071	55,6	*
SnF_4-Gel 2000 ppm F^-	2,50	1880	108,8	*
Dr. Wild Gel, Lot 593012	4,89	952	245,0	2297
Gel-KAM, Lot 411015	3,56	1044	87,8	3097

Der Säuregrad ist definiert als ml 0,1 N Natronlauge/100 g Gel bis zum Äquivalenzpunkt titriert.

* Frisch hergestellt (3123)

Der Kalziumgehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den verschiedenen Gels ist in Abbildung 3 gezeigt. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen allen Gels und der Wasserkontrolle; Gel-KAM und Zinn-(II)- und -(IV)-Gels; Dr. Wild Gel und Zinn-(II)- und -(IV)-Gels. Kein Unterschied bestand zwischen Gel-KAM und Dr. Wild Gel.
Der Phosphorgehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den verschiedenen Gels ist in Abbildung 4 wiedergegeben. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen allen Gels und der Wasserkontrolle; Gel-KAM und Zinn-(II)- und -(IV)-Gels; Dr. Wild Gel und Zinn-(II)-Gel; Zinn-(II)-Gel und Zinn-(IV)-Gel. Kein Unterschied bestand zwischen Gel-KAM und Dr. Wild Gel.

Diskussion

Die Reduktion der Säurelöslichkeit ist ein Gradmesser der Wirkung von Zinnfluorid-Gel auf Dentin, dem eigentlichen Wirkungsfeld von SnF_2-Produkten. Verschiedene In-vitro-Studien haben die Reaktion von SnF_2 mit Dentin oder Hydroxylapatit untersucht (Wei & Forbes 1969, Jordan et al. 1971, Gerrity & Jordan 1977, Babcock et al. 1978, Purdell-Lewis et al. 1979, Ellingsen & Rölla 1987, Addy & Mostafa 1988, Miller et al. 1994). Diejenigen, die auch Rasterelektronenmikroskopie einschlossen (Ellingsen & Rölla 1987, Addy & Mostafa 1988, Miller et al. 1994) zeigten, dass die Reaktion von SnF_2 mit der Dentinoberfläche zu einer Aufla-

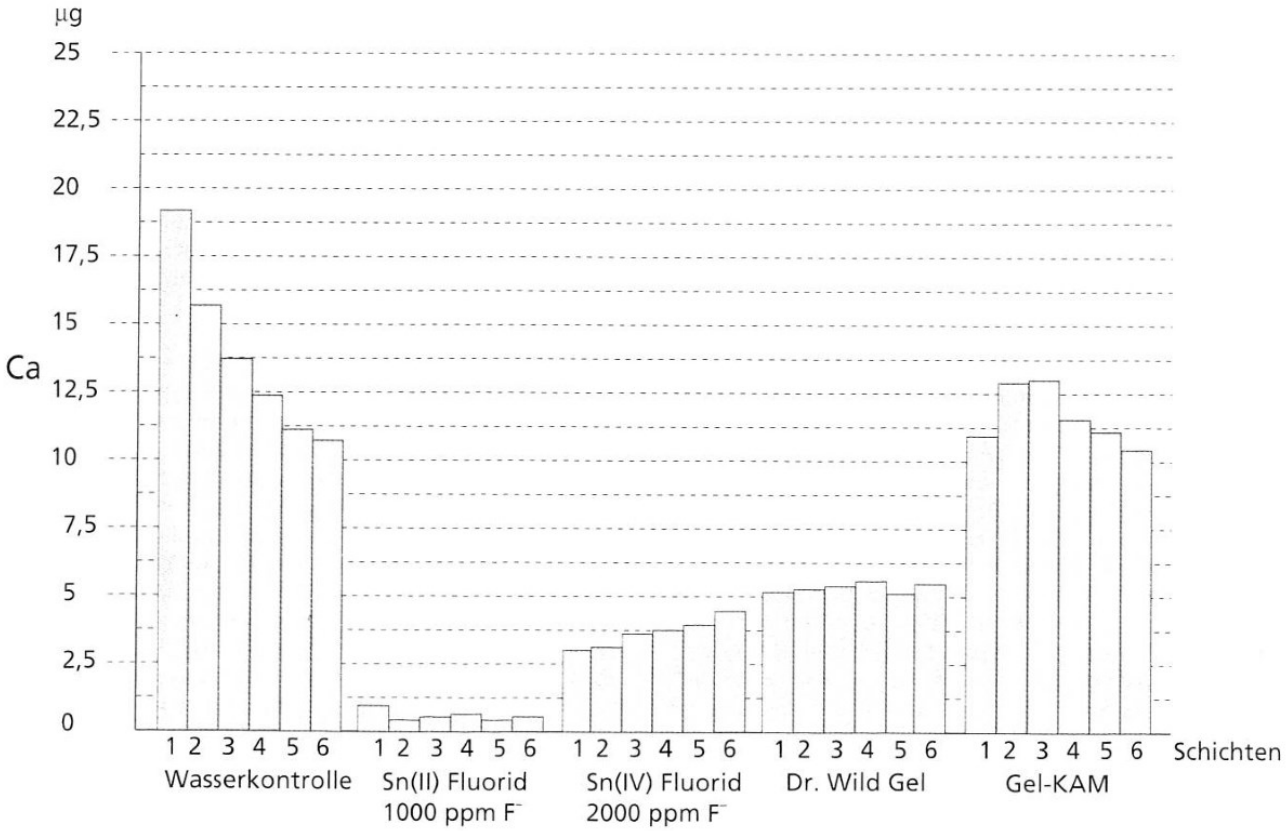

Abb. 1 Säurelöslichkeit nach Behandlung mit den Testgels und der Wasserkontrolle, ausgedrückt in µg herausgelösten Kalziums pro Ätzschicht

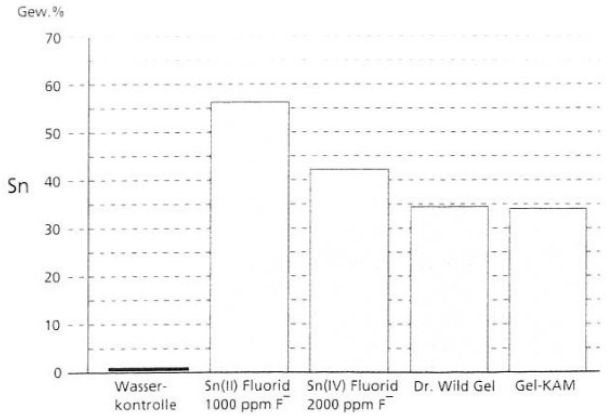

Abb. 2 Zinngehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den Testgels und der Wasserkontrolle

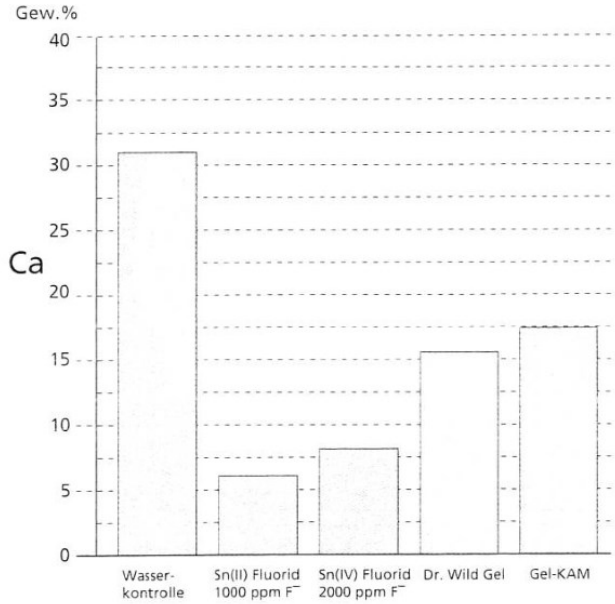

Abb. 3 Kalziumgehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den Testgels und der Wasserkontrolle

gerung und damit zu einer Abdeckung der Dentintubuli führt. MILLER et al. (1994) untersuchten die Wirkung von in vitro und in situ appliziertem wasserfreiem 0,4%igem Zinnfluorid-Gel auf Dentinproben. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zeigten nach beiden Applikationsarten 2–3 µm dicke Auflagerungen, welche die Tubuli verschlossen. EDX-Mikrosondenanalysen wiesen Zinn in den Tubuli bis in 100 µm Tiefe nach. Elektronenspektroskopische Analysen liessen keine exakte chemische Beschreibung der Auflagerung zu, zeigten aber, dass schon früher (DONALDSON 1967, MARTELL 1964) beschriebene Liganden wie Sauerstoff, Fluorid, Hydroxyde und Phosphate mit Zinn komplexieren. Wahrscheinlich bilden sich Zinnoxyde oder -hydroxyde (SnO_N oder $Sn(OH)_N$, wobei N = 2,1–2,3) und Zinnhydroxyphosphat (Sn_2OHPO_4). Der Zinngehalt der Auflagerungen nahm in der Tiefe zu, und es wurden 6–7% Zinn gemessen. Der Nachweis grosser Mengen von Zinn und geringerer Mengen von Fluorid in den Auflagerungen auf den Dentinproben durch MILLER et al. (1994) bestätigte frühere

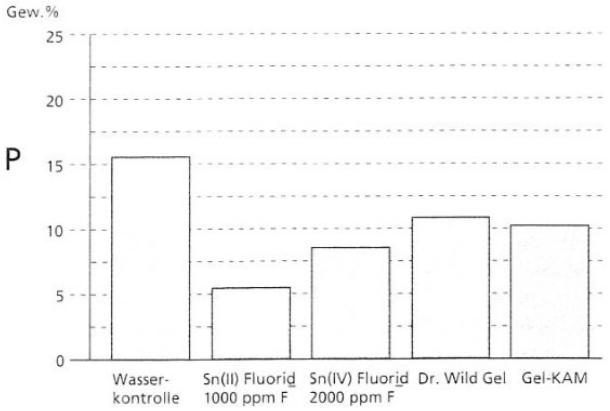

Abb. 4 Phosporgehalt der Dentinoberflächen nach Behandlung mit den Testgels und der Wasserkontrolle

In-vitro-Studien mit frisch zubereiteten, schwachen (≤ 1%) SnF_2-Lösungen auf Dentin (ELLINGSEN & RÖLLA 1987, ADDY & MOSTAFA 1988, DOWELL & ADDY 1984, ELLINGSEN 1986). Offensichtlich ist Zinn hauptverantwortlich für die Auflagerungen und Fluorid erst als zweiter Reaktor mit Sn (II) beteiligt. Diese Schlussfolgerung deckt sich auch mit den Resultaten von ADDY & MOSTAFA (1988), welche einen Dentintubuliverschluss nach Behandlung mit Zinnfluorid- und Zinnchloridlösungen, jedoch nicht nach Applikation von Natriumfluorid oder Natriummonofluorophosphat fanden. Neben dem bekannten Effekt der Verminderung der Zahnhalsüberempfindlichkeit – wahrscheinlich durch Verminderung oder Stopp der Tubulusflüssigkeitsbewegung – führt dieser Tubulusverschluss auch zu einer Säureresistenzerhöhung. Letztere wirkt einerseits vorbeugend gegen Wurzelkaries und vermindert anderseits die wiederholte oberflächliche Anätzung und Erweichung freiliegender Zahnhälse durch diätetische Säuren. Damit wird ein weiteres wichtiges Behandlungsziel erreicht, nämlich die Verzögerung der Entstehung und/oder des Fortschreitens von keilförmigen Defekten durch mechanische Einflüsse der Mundhygiene auf vorgängig angeätzte Dentinoberflächen.

Die Erfassung der Reduktion der Säurelöslichkeit durch die verschiedenen Gel-Behandlungen zeigte, dass frisches Zinn-(II)-Gel die stärkste Reduktion erbrachte, gefolgt von Dr. Wild Gel und frischem Zinn-(IV)-Gel. Gel-KAM wirkte signifikant weniger gut. Die Säurelöslichkeit nach Gel-KAM-Behandlung unterschied sich nur in zwei Schichten signifikant von der Wasserkontrolle.

Die Unterschiede der Säurelöslichkeit der Dentinproben nach der Behandlung mit den verschiedenen Gels können für die erste Schicht der Säureätzung theoretisch berechnet werden, da von dieser äussersten Schicht auch Mikrosondenwerte des Kalziums vorliegen. Die Löslichkeitsreduktion wurde wie folgt errechnet (Tab. II): Bei den Wasserkontrollen fand die Mikrosonde einen Kalziumgehalt der Dentinoberflächen von 31,8 Gew. %, und die Ätzsäure löste aus diesen ungeschützten Oberflächen 19,12 µg Ca. Daraus folgt, dass bei den mit Dr. Wild Gel behandelten Oberflächen, auf denen die Mikrosonde 15,8 Gew. % Kalzium fand, beim Ätzen analog zur Wasserkontrolle 9,51 µg Ca gelöst werden könnten. Tatsächlich wurden aber nur 5,46 µg Ca (= 57% von 9,51 µg) gelöst. Dies entspricht einer Reduktion der Säurelöslichkeit von 43%. Die errechneten Werte der geprüften Gels sind in Tabelle II ersichtlich. Dieser Dreisatzrechnung kann entgegengehalten werden, dass durch die Vorbe-

Tab. II Berechnung der relativen Löslichkeit der Dentinoberflächen während 5 Minuten Säurebehandlung (1. Schicht)

	Mikrosonde Gew. % Ca	Effektive Entkalkung µg Ca	Theoretisch lösliche µg Ca analog Wasserkontrolle	Relative Säurelöslichkeit im Vergleich zur Wasserkontrolle
Wasserkontrolle	31,8	19,12	—	100 %
Gel-KAM, Lot 411015	17,5	11,16	10,49	106 %
Dr. Wild Gel, Lot 593012	15,8	5,46	9,51	57 %
Zinn-(IV)-Fluoridgel	7,9	3,05	4,71	65 %
Zinn-(II)-Fluoridgel	6,7	0,99	4,01	25 %

handlung mit Zinnfluorid-Gels im Gegensatz zur Wasserkontrolle bereits Kalzium aus den Dentinoberflächen herausgelöst wurde (vergleiche Gew.% Ca der Dentinoberflächen in Abb. 3). Tatsächlich ist die erste demineralisierte Schicht der Wasserkontrolle kalziummässig nicht mit den ersten demineralisierten Schichten der Gelproben identisch, da das Tracerion (Ca) teilweise durch Zinn ersetzt wurde. Die obenerwähnte Reihenfolge der untersuchten Produkte bezüglich Löslichkeitsreduktion bleibt jedoch unverändert, auch wenn ohne Wasserkontrolle gerechnet wird. In diesem Fall wird die effektive Entkalkung in µg Ca der einzelnen Proben in Prozent der mit der Mikrosonde erfassten Kalziumgehalte der gelbehandelten Oberflächen ausgedrückt. Beispiel: Die effektive Entkalkung nach Zinn-(II)-Fluoridgel von 0,99 µg Ca entspricht 14,9% von 6,7 = beste Löslichkeitsreduktion; die effektive Entkalkung nach Dr. Wild Gel von 5,46 µg Ca entspricht 34,5% von 15,8 = zweitbeste Löslichkeitsreduktion. Danach folgen Zinn-(IV)-Fluoridgel mit 38,9% und Gel-KAM mit 63,9%. Der neue Dr. Wild Gel ist dem amerikanischen Handelsprodukt Gel-KAM bezüglich Reduktion der Säurelöslichkeit klar überlegen. Die Resultate der Säureätzungen (Abb. 1) zeigen, dass bei den unbehandelten Wasserkontrollen die aufgelösten Schichten immer kalziumärmer werden. Dieses Phänomen ist in allen Säureätzstudien auf Dentin in diesem Labor beobachtet worden und ist den Autoren vertraut. Unseres Wissens wurden die Gründe für diesen immer wiederkehrenden Befund jedoch nie untersucht. Die Kalziumverteilung innerhalb des Schmelzmantels der Zahnkronen ist in der Fachliteratur gut dokumentiert, nicht jedoch diejenige im Dentin.

Der Zinngehalt der Dentinoberflächen in Gew. % nach der Behandlung mit den verschiedenen Zinnfluorid-Gels war in allen Fällen gegenüber der Wasserkontrolle signifikant erhöht. Der Kalziumgehalt war gegenüber der Wasserkontrolle stark und der Phosphorgehalt schwach verringert. Dies könnte die Folge der Ablagerung von Zinnhydroxyphosphat (Sn_2OHPO_4) und Zinnfluorophosphat ($Sn_3F_3PO_4$) sein. Die Zinnfluorophosphat-Ablagerung wird einerseits als pH-abhängiges Fluoridreservoir für die kariostatische Wirkung und andererseits als Bestandteil des mechanischen Tubulusverschlusses für die gute Wirkung des Zinnfluorids gegen Zahnhalsüberempfindlichkeit verantwortlich gemacht. Die kariostatische Aktivität von SnF_2, gepaart mit der antimikrobiellen und gingivitisvermindernden Wirkung sowie der Möglichkeit, Zahnhalsüberempfindlichkeit zu behandeln, machen Zinnfluorid fast zu einem «allround»-Lokaltherapeutikum für die Mundhygiene erwachsener Patienten (Rölla & Ellingsen 1994).

Summary

Imfeld T and Sener B: Action of stannous fluoride gels on dentin (in German). Acta Med Dent Helv 2: 17–22 (1997)

Topical application of stannous fluoride gels has proven effective as a prophylactic measure against caries and gingivitis and as a therapeutic agent against dentinal hypersensitivity. The difficulty in stabilizing SnF_2 in aqueous solutions and gels, however, has been a barrier to the wide spread use in individual oral hygiene. A new SnF_2-gel (Emofluor®) has now been produced and it is claimed to have good stability and biological activity.

The present study compared the tin concentration in surface dentin and its acid resistance following in vitro application of different stannous fluoride gels. The new gel led to a better acid resistance than a freshly prepared SnF_4 gel and than a commercial SnF_2 gel. Only freshly prepared SnF_2 gel ranked better.

Résumé

L'application locale de gels de fluorure d'étain pour la prophylaxie des caries, des gingivites et de l'hypersensibilité des collets s'est révélée être efficace. Cependant, comme la stabilisation du fluorure d'étain (II) sous forme de gel posait des problèmes galéniques, le produit destiné à l'application locale ne s'est pas imposé à gran-de échelle sur le marché. Un nouveau gel (Emofluor®), censé être très stable grâce à un stabilisateur approprié relatif à la transformation de Sn (II) en Sn (IV), fut développé en Suisse.

L'objet de la présente étude était de comparer la concentration d'étain dans la dentine superficielle et la résistance aux acides de cette dernière suite à l'application in vitro de 2 gels de fluorure d'étain préparés immédiatement avant emploi, du gel nouvellement développé, d'un gel de fluorure d'étain provenant du marché américain et d'un contrôle aqueux. Le gel d'étain (II) préparé immédiatement avant emploi donna lieu à la meilleure résistance de la dentine aux acides, suivi du gel Emofluor et du gel d'étain (IV). Le nouveau gel était significativement supérieur au gel américain et au contrôle aqueux, lesquels n'engendraient aucune action protectrice.

Literatur

Addy M, Mostafa P: Dentine hypersensitivity. I. Effects produced by the uptake in vitro of metal ions, fluoride and formaldehyde onto dentine. J Oral Rehab 15: 575–585 (1988)

Babcock F D, King J C, Jordan T H: The reaction of stannous fluoride and hydroxyapatite. J Dent Res 57: 933–938 (1978)

BOYD R L: Eighteen month evaluation of the effects of a 0,4% stannous fluoride gel on gingivitis in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 105: 35–41 (1994)

DONALDSON J D: The chemistry of bivalent tin. Prog Inorg Chem 8: 287–356 (1967)

DOWELL P, ADDY M: Dentine hypersensitivity: A quantitative comparison of the uptake of metal salts and fluoride by dentine and hydroxyapatite. J Perio Res 19: 530–539 (1984)

ELLINGSEN J E: Scanning electron microscope and electron microprobe study of reactions of stannous fluoride and stannous chloride with dental enamel. Scand J Dent Res 94: 299–305 (1986)

ELLINGSEN J E, RÖLLA G: Treatment of dentin with stannous fluoride: SEM and electron microprobe study. Scand J Dent Res 15: 281–286 (1987)

FISCHER C, LUSSI A , HOTZ P: Kariostatische Wirkungsmechanismen der Fluoride. Eine Übersicht. Schweiz Monatsschr Zahnmed 105: 311–317 (1995)

GERRITY D, JORDAN T H: Reaction of SnF_2 with hydroxyapatite: Sn_2OHPO_4, $Sn_3F_3PO_4$, $Ca(SnF_3)_2$. J Dent Res 56 (Spec Iss B) B53, Abstr. 7 (1977)

GROBLER S R, SENEKAL P J C, LAUBSCHER J A: In vitro demineralization of enamel by orange juice, apple juice, Pepsi Cola and Diet Pepsi Cola. Clin Prev Dent 12 (5): 5–9 (1990)

JORDAN T H, WEI S H J, BROMBERGER S H, KING J C: SnF_3 F_3PO_4: The product of the reaction between stannous fluoride and hydroxyapatite. Archs Oral Biol 16: 241–246 (1971)

KAMBARA W, NORDE W: Influence of fluoride applications on some physicochemical surface properties of synthetic hydroxyapatite and human dental enamel and its consequences for protein adsorption. Caries Res 29: 210–217 (1995)

LANG N P: Epidemiology of periodontal disease. Arch Oral Biol 35: 95–145 (1990)

MARTELL A E: Stability constants of metal-ion complexes. Special Publication No. 17, The Chemical Society, London, pp. 68, 193, 221 (1964)

MILLER S, TRUONG T, HEU R, STRANICK M, BOUCHARD D, GAFFAR A: Recent advances in stannous fluoride technology: antibacterial efficacy and mechanism of action towards hypersensitivity. Int Dent J 44: 83–98 (1994)

MUHLER J C, RADIKE A W: Effect of a dentifrice containing stannous fluoride on dental caries in adults. II. Results at the end of two years of unsupervised use. JADA 58: 196–198 (1957)

MUHLER J C: The effect of a modified stannous fluoride-calcium pyrophosphate dentifrice on dental caries in children. J Dent Res 37: 448–450 (1958)

OTA K, KIKUCHI S, BEIERLE J W: Stannous fluoride and its effects on oral microbial adhesive properties in vitro. Pediatr Dent 11: 21–25 (1989)

PURDELL-LEWIS D J, ARENDS J, SCHUTHOF J A: SnF_2 treatment of enamel, hydroxyapatite or brushite at 37 °C and 50 °C: an infrared investigation. J Biol Bucc 7: 179–190 (1979)

RÖLLA G, ELLINGSEN J E: Clinical effects and possible mechanisms of action of stannous fluoride. Int Dent J 44: 99–105 (1994)

RÖLLA G, ØGAARD B, DE ALMEIDA CRUZ R: Fluoride-containing toothpastes, their clinical effect and mechanism of cariostatic action: a review. Int Dent J 41: 171–174 (1991)

TINANOFF N, BRADY J M, GROSS A: The effect of NaF and SnF_2 mouthrinses on bacterial colonization on tooth enamel: TEM and SEM studies. Caries Res 10: 415–426 (1976)

TINANOFF N, MANWELL M A, ZAMECK R L, GRASSO J E: Clinical and microbiological effects of daily brushing with either NaF or SnF_2 gels in subjects with fixed or removable dental prostheses. J Clin Periodontol 16: 284–290 (1989)

TINANOFF N: Progress regarding the use of stannous fluoride in clinical dentistry. J Clin Dent 6 (Spec Iss): 37–40 (1995)

TRASH W J, DODDS M W J, JONES D L: The effect of stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. Int Dent J 44: 107–118 (1994)

WEI S H J, FORBES W C: Reactions of powdered sound dentin with several fluoride solutions. J Dent Res 48: 149–152 (1969)