

MECHANISCHE WIRKUNG VON IN DER SCHWEIZ MARKTFÜHRENDEN ZAHNPASTEN AUF DENTIN

Untersuchung des Reinigungs-, Abrasions- und Anrauhungspotentials

THOMAS IMFELD, BEATRICE SENER und FELIX LUTZ

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

Zusammenfassung

Für die Entstehung von Putzschäden an der Zahnhartsubstanz sind Zahnpasten von besonderer Bedeutung. Die von einer Paste erzeugte Abrasion und die Oberflächenanrauhung stehen ihrem eigentlichen Zweck, der Reinigung, gegenüber. Zahnärzte und Dentalhygienikerinnen sollten die mechanischen Wirkungen handelsüblicher Zahnpasten kennen, um nach fallspezifischer Abwägung ihre Patienten gut beraten zu können. Die letzte Publikation diesbezüglicher Werte von Zahnpasten des Schweizer Marktes datiert von 1989. Die damals veröffentlichten Daten sind jedoch nicht mehr aktuell. Die vorliegende Arbeit untersuchte 12 in der Schweiz bestverkaufte Zahnpasten und beurteilte ihr Reinigungs-, Abrasions- und Anrauhungspotential auf Dentin. Das Reinigungspotential wurde optisch-planimetrisch, das Abrasionspotential mittels der Radiotracer-Methode und die Oberflächenrauigkeit mittels Abtastung erfasst. Die Zahnpastenanwender (Konsumenten, Patienten) wurden zur Veranschaulichung des problemorientierten Zahnpasteneinsatzes in vier Gruppen mit unterschiedlichen Vorgaben und Anliegen bezüglich Zahnreinigung eingeteilt. Die Beurteilung der Eignung der untersuchten Zahnpasten für die einzelnen Patientengruppen zeigt, dass die Angebotsvielfalt trägt und den Zahnreinigungsbedürfnissen grosser Patientengruppen nur ungenügend gerecht wird.

Acta Med Dent Helv 3: 54–59 (1998)

Schlüsselwörter: Zahnpaste, Zahnreinigung, Dentin, Abrasion

Zur Veröffentlichung angenommen: 22. Dezember 1997

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. T. Imfeld, Klinik für Präventivzahnmedizin,
Parodontologie und Kariologie,
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Zürich,
Plattenstrasse 11, 8028 Zürich
Tel.: 01 / 634 33 11, Fax: 01 / 634 43 08

Einleitung

Das wachsende Gesundheitsbewusstsein in der Schweizer Bevölkerung schliesst die orale Gesundheit zunehmend ein. Mundhygieneerziehung in den Schulen und Schulzahnkliniken, intensive Fernsehwerbung der Kosmetikerhersteller und zahlreiche Artikel in Periodika und Zeitschriften über den Zusammenhang zwischen Mundhygiene und Gesundheit von Zähnen und Zahnfleisch tragen Früchte. Gleichzeitig haben sich auch die ästhetischen Ansprüche an das Gebiss verändert, und strahlend weisse, natürliche Zähne sind ein erstrebenswertes Ziel. Wie bei jeder mechanischen Reinigung stellt sich auch bei der Mundhygiene die Frage nach eventuellen schädlichen Nebenwirkungen der verwendeten Hilfsmittel. Schon 1844 warnte GODDARD (1844), dass zu harte Bürsten das Zahnfleisch verletzen und grobe Zahnpasten den Hals der Zähne entblößen und deren frühen Verlust verursachen können. Mit der heutigen intensiven Mundhygiene wird die Abklärung des möglichen Schadenpotentials immer wichtiger, was sich in der Vielzahl von Publikationen zu diesem Thema widerspiegelt. SANGNES untersuchte das Ausmass an Schäden durch Mundhygiene an oralen Hart- und Weichgeweben (SANGNES 1976, SANGNES & GJERMO 1976) und HARTE & MANLY (1976) untersuchten den Einfluss von verschiedenen Bürstenmarken, Bürstenhärten, Abrasivstoffkonzentrationen und Verdünnungen auf die Abrasivität von Zahnpasten. Für die Entstehung von Putzschäden an der Zahnhartsubstanz sind Zahnpasten wichtiger als Zahnbürsten. Zahnpasten sind Mundhygienemittel zur Entfernung von unverkalkten Zahnbelägen. Sie können zusätzlich karies- und gingivitisverhütende Wirkstoffe enthalten, sollen Dentin, Zement und Schmelz möglichst wenig abradieren, Nahrungsreste, Plaque und Verfärbungen entfernen sowie den Schmelz polieren. Zusätzlich erwartet der Konsument eine atemerfrischende Wirkung. Abrasivitätsstudien werden primär in vitro durchgeführt, da In-vivo-Methoden kaum standardisierbar (COWELL & ALLEN 1979, SAXTON & COWELL 1981) und auch aus ethischen Gründen schwer durchzuführen sind. Seit den ersten Abrasionsmessungen von MILLER (1907) entstanden zu diesem Thema unzählige Arbeiten. So wurde der Gewichtsverlust von Probekörpern durch Abrasion gemessen (PHANEUF et al. 1962, HOTZ 1983, HOTZ 1985), die Profile von Proben vor und nach dem Bürsten mittels Oberflächenabtastung bestimmt (ASHMORE et al. 1972) oder

das abradierete ^{32}P aus radioaktiv markiertem Dentin ermittelt (GRABENSTETTER et al. 1958). Eine Methodenübersicht findet sich bei BARBAKOW et al. (1987). Die Radiotracer-methode ist zur Zeit die anerkannteste und weitest verbreitete Methode zur Messung der Zahnhartsubstanzabration. Ein Abrasionswert enthält aber keine Information über das Profil der abradieren Zahnoberfläche. Dieses ist jedoch ebenfalls wichtig. QUIRYNEN et al. (1990) belegten, dass sich Plaque auf rauhen Oberflächen schneller wieder bildet als auf glatten. Zusätzlich steigt mit abnehmender Oberflächenrauigkeit der Politurwert (Glanz). Die von einer Zahnpaste erzeugte Abrasion und die Oberflächenanrauhung stehen ihrem eigentlichen Zweck, dem Reinigungseffekt, gegenüber. DAVIS (1980) brachte die Reinigungskraft von Zahnpasten mit ihrer Dentinabration in Verbindung, da der (Irr-)Glaube, dass eine effiziente Reinigung nur durch hoch abrasive Putzkörper erzielt werden könne, schon früh gefördert wurde (MANLY 1943, BULL et al. 1968, KITCHIN & ROBINSON 1948).

Eine ideale Zahnpaste würde eine maximale Reinigungs- und Polierkraft mit minimalen Abrasions- und Anrauhungswerten kombinieren. Da diese Idealpaste noch nicht auf dem Markt ist, müssen Zahnärzte und Dentalhygienikerinnen die mechanischen Eigenschaften der handelsüblichen Zahnpasten kennen, um nach fallspezifischer Abwägung ihre Patienten gut zu beraten. Die jüngste Untersuchung diesbezüglicher Werte von Zahnpasten des Schweizer Marktes wurde 1989 publiziert (BARBAKOW et al. 1989). Da Zahnpastenrezepturen einem schnellen Wechsel unterworfen sind, haben die damals veröffentlichten Daten heute keine Gültigkeit mehr. Die vorliegende Arbeit untersuchte deshalb 12 Zahnpasten, die 1996/97 in der Schweiz am häufigsten verkauft worden waren. Beurteilt wurden nur ihre mechanischen Wirkungen, nämlich das Reinigungs-, das Abrasions- und das Anrauhungspotential auf Dentin. Die Wirkung von arzneilich wirksamen Inhaltsstoffen wurde nicht untersucht. Das Abrasivitätspotential wurde mittels einer laborinternen Weiterentwicklung der Radiotracer-methode von GRABENSTETTER et al. (1958) erfasst, die Oberflächenrauigkeit mittels Oberflächenabtastung (ASHMORE et al. 1972) ermittelt und das Reinigungspotential durch planimetrische Erfassung der Reinigung von vorgängig verfärbten Dentinoberflächen geprüft.

Material und Methoden

Die gemäss Marktanalysen von Herstellern und Grossverteilern Ende 1996/Anfang 1997 in der Schweiz meistverkauften 12 Zahnpasten wurden im Mai 1997 in Drogerien der Agglomeration Zürich eingekauft (Tab. I). Als Testmaterial dienten in 0,5% Thymollösung gelagerte, karies- und füllungsfreie menschliche Front- und Eckzähne sowie Prämolaren. Die Wurzeln (Mindestlänge 10–13 mm, ohne Einziehungen und Unebenheiten) wurden mit Scalern vorgereinigt, von den Kronen getrennt und mittels Sof-Lex Pop-on-Disks hellblau 15 μm und hellgelb 3 μm (3M Dental Products) unter Wasserkühlung je 2 Minuten mit einem Anpressdruck von 30–40 g poliert.

Bestimmung der relativen Dentinabration (RDA)

Je 8 Zahnwurzeln pro Testpaste (total 96) wurden alio loco radioaktiv bestrahlt. Durch diese Aktivierung entstand aus Phosphor ^{32}P plus Gammastrahlung. Entsprechend der Strahlenschutzverordnung wurden die folgenden Arbeiten in einem Isotopenlaboratorium der Gruppe B durchgeführt. Dort wurden die Zahnwurzeln in Acryl eingebettet und darauf in einer 8-Platz-Bürstma-

Tab. I Markennamen, Hersteller und Fluoridart der 12 untersuchten Zahnpasten

Markenname	Hersteller	Deklariertes Fluorsalz
Candida Fresh Gel	Mibelle	MFP
Candida Peppermint	Mibelle	MFP
Candida Sensitive	Mibelle	MFP
Colgate Gel	Colgate Palmolive	NaF
Colgate Total	Colgate Palmolive	NaF
Dentagard mit Kräuterextrakten	Colgate Palmolive	NaF
Elmex Sensitive Plus	Gaba	AmF
Elmex rot	Gaba	AmF
Mentadent C active	Elida Fabergé	NaF
Mentadent C micro-granuli	Elida Fabergé	NaF
Meridol	Gaba	AmF / SnF
Odol-dent 3	SmithKline Beecham	MFP / NaF

MFP = Monofluorophosphat / NaF = Natriumfluorid
AmF = Aminfluorid / SnF = Zinnfluorid

schine während 25 Minuten mit total 1500 horizontalen Hin- und Herbewegungen (60 pro Minute) und 250 g Auflagegewicht gebürstet. Als Testbürsten dienten Handzahnbürsten mit planem Borstenfeld (Paro M 39 medium, Esro AG). Bürstmedien waren Aufschlammungen (Slurry) der Testpasten sowie ein Slurry mit einem Standardabrasiv. Zur Herstellung der Zahnpastenslurries wurden je 25 g Zahnpaste, 40 ml laborintern hergestellter Speichellersatz und 50 μl Siliconantischäumer (Fluka Chemie) während 5 Minuten dispergiert. Der Standard-slurry war eine ebensolche Mischung aus 10 g Kalziumpyrophosphat, 50 g Lösung aus Karboximethylzellulose (0,5%), Glycerol (10%) und Speichellersatz sowie 50 μl Siliconantischäumer (Fluka Chemie). Der verwendete Speichellersatz hatte die gleichen Puffereigenschaften wie physiologische Mundflüssigkeit, was für den realitätsnahen Vergleich von Zahnpasten mit verschiedenen pH-Werten wesentlich ist. Die Bürstdurchgänge erfolgten in sogenannter «Sandwich»-Technik. Dabei erfolgt zuerst ein Durchgang mit Standardslurry, dann einer mit Slurry der Testzahnpaste und darauf noch einmal ein Durchgang mit Standardslurry. Nach jedem Bürstdurchgang wurden je 0,5 g der verwendeten Slurries abpipettiert, deren ^{32}P -Strahlungsaktivität in «decays per minute» (dpm) mittels eines PhosphorImagers[®] (Molecular Dynamics) mit Flüssigscintillationseichung gemessen wurde. Der ^{32}P -Gehalt im Slurry nach dem Bürsten ist ein Mass der Zahnhartsubstanzabration. Die Werte der zwei Standardslurries eines jeden «Sandwich»-Durchganges wurden gemittelt und das Resultat gleich 100 gesetzt. Die relative Dentinabration der dazwischen verwendeten Testpaste wurde in Prozent dieser Standardwerte ausgedrückt.

Bestimmung der erzeugten Oberflächenrauigkeit (Ra)

Zur Messung der Oberflächenanrauhung der Zahnwurzeln durch die getesteten Zahnpasten wurden je 10 vorbereitete Wurzeln für jede der 12 Testpasten und für 3 Standardkontrollen (total 150) senkrecht zur Längsachse in rechteckige Behälter einer Bürstmaschine eingebettet. Beidseits der Wurzeln wurden je zwei Glasstäbchen mit 6 mm Durchmesser und 1,5 cm Länge plaziert, um die Konturen der Nachbarzähne anzudeuten. Die Behälter wurden danach gewogen, und anschliessend wurde je 1 g Zahnpastenslurry oder Standardslurry in die Behälter pi-

Tab. II Relative Dentinabrasion (RDA), Dentinrauhung (Ra) und Reinigungseffekt (Re) der 12 getesteten Zahnpasten (\pm Standardabweichungen) nach 25 Minuten Bürstzeit. Reihenfolge nach zunehmenden RDA- und Ra-Werten sowie nach abnehmenden Re-Werten

RDA-Werte (in % des Standards)	Ra-Werte (Zunahme der mittl. Rauigkeit in μm)	Re-Werte (% gereinigte Fläche)
Gruppe 1 (sehr wenig abrasiv)	Gruppe 1 (sehr geringe Anrauhung)	Gruppe 1 (sehr gute Reinigung)
Elmex Sensitive Plus 12 \pm 11	Elmex Sensitive Plus 0.078 \pm 0.031	Odol-dent 3 77.1 \pm 9.8
Gruppe 2 (wenig abrasiv)	Gruppe 2 (geringe Anrauhung)	Colgate Gel 74.9 \pm 10.1
Candida Peppermint 20 \pm 3	Mentadent C micro-granuli 0.171 \pm 0.066	Gruppe 2 (gute Reinigung)
Candida Sensitive 30 \pm 7	Elmex rot 0.282 \pm 0.134	Colgate Total 63.5 \pm 15.1
Mentadent C micro-granuli 33 \pm 4	Candida Sensitive 0.297 \pm 0.151	Dentagard mit Kräuterextr 63.3 \pm 21.0
Mentadent C active 35 \pm 4	Candida Fresh Gel 0.313 \pm 0.112	Mentadent C active 61.8 \pm 21.0
Elmex rot 38 \pm 9	Meridol 0.345 \pm 0.116	Candida Sensitive 53.3 \pm 25.9
Meridol 39 \pm 5	Colgate Total 0.409 \pm 0.382	Candida Peppermint 52.3 \pm 19.6
Gruppe 3 (mittel abrasiv)	Gruppe 3 (mittlere Anrauhung)	Candida Fresh Gel 50.9 \pm 11.1
Dentagard mit Kräuterextr. 41 \pm 9	Dentagard mit Kräuterextr. 0.636 \pm 0.591	Gruppe 3 (genügende Reinigung)
Candida Fresh Gel 51 \pm 18	Candida Peppermint 0.701 \pm 0.654	Elmex rot 35.9 \pm 16.0
Colgate Total 51 \pm 13	Mentadent C active 0.887 \pm 1.126	Mentadent C micro-granuli 31.1 \pm 16.8
Gruppe 4 (stark abrasiv)	Gruppe 4 (sehr starke Anrauhung)	Meridol 20.9 \pm 18.7
Colgate Gel 62 \pm 13	Colgate Gel 2.210 \pm 2.670	Gruppe 4 (sehr schwache Reinigung)
Odol-dent 3 65 \pm 10	Odol-dent 3 3.260 \pm 2.238	Elmex Sensitive Plus 2.8 \pm 2.1
Standard 100	Standard 1 1.565 \pm 1.509	Standard 1 46.9 \pm 16.0
	Standard 2 1.418 \pm 1.157	Standard 2 63.9 \pm 11.7
	Standard 3 2.047 \pm 1.070	Standard 3 40.5 \pm 14.9

pettiert. Die Proben wurden anschliessend in eine 6-Platz-Bürstmaschine eingespannt und gebürstet. Für jeden Bürstdurchgang wurden neue Paro M 39 medium-Bürsten montiert. Die Maschine führte pro Sekunde eine Hin- und Herbewegung (= 1 Zyklus) aus. Der Anpressdruck betrug 250 g. Vor dem Bürsten wurde die Anfangsrauhigkeit der Wurzeloberflächen als Durchschnitt aus fünf 3 mm langen Abtastungslinien in Längsachse der Zahnwurzeln ermittelt. Die Rauigkeitssteigerung nach 2, 5, 10 und 25 Minuten Bürstzeit wurde bestimmt, indem die Anfangsrauhigkeit vom Durchschnitt der ermittelten 5 Rauigkeitswerte nach dem Bürsten abgezogen wurde. Die von den einzelnen Pasten erzeugten Oberflächenrauhigkeiten wurden aus dem Durchschnitt der Resultate von je 10 Zahnwurzeln ermittelt.

Bestimmung des Reinigungseffektes (Re)

Zur Messung der Reinigungswirkung der getesteten Zahnpasten wurden je 10 vorbereitete Wurzeln für jede der 12 Testpasten und für 3 Standardkontrollen (total 150) wie oben eingebettet. Vorgängig waren ihre Wurzelkanäle mit Kittmasse verschlossen und die Schnittstellen mit Nagellack abgedichtet worden. Zur Erzeugung von Oberflächenverfärbungen (Stain) waren die Proben 17 Stunden lang in je 5 ml einer Teelösung bei pH 4 und 37°C bewegt worden. Nach dem Einspannen in die Bürstmaschine wurden die verfärbten Proben fotografiert und die Begrenzungen des Borstenfeldes der Paro M 39 medium-Bürsten mit einem Scalpell auf dem Dentin markiert. Die Proben wurden anschliessend mit je 1 g Slurry während 2, 5, 10 und 25 Minuten mit 250 g Auflagegewicht horizontal gebürstet. Danach wurden sie wiederum standardisiert fotografiert. Die Fotografien vor und nach dem Bürsten wurden planimetrisch ausgewertet und die von Stain befreiten Flächen in Prozent der gesamten gebürsteten Flächen ausgedrückt. Das Reinigungspotential einer jeden Paste und der Standards errechnete sich aus den Mittelwerten der 10 verwendeten Zahnwurzeln pro Testpaste.

Resultate

Die Ergebnisse sind in Tabelle II zusammengefasst. Unter den hier gewählten Versuchsbedingungen hatte Elmex Sensitive Plus mit Abstand die geringste Reinigungswirkung (Re), jedoch auch die geringsten Dentinabrasions- (RDA-) und Oberflächenanrauhungswerte (Ra-Werte). Die mit Abstand höchsten Ra-Werte wiesen die Pasten Colgate Gel und Odol-dent 3 auf. Diese hatten auch die höchsten RDA-Werte und das höchste Reinigungspotential. Zwischen diesen Extremwerten waren die Positionen der einzelnen Testpasten jedoch je nach Testparameter unterschiedlich und bedürfen einer eingehenden Diskussion.

Diskussion

Das Dilemma, dass das Zähnebürsten mit Zahnpaste zur Verhütung von Zahnschäden unerlässlich ist, die Pasten aber zu Zahnhartsubstanzabtrag führen können, ist nicht neu, wird aber mit zunehmender Mundhygieneintensität grösser. Im Vergleich zur Reinigung mit Bürste und Wasser verbessert jede Zahnpaste den Reinigungseffekt der Zahnbürste signifikant und beeinflusst auch die Plaquewachstumsrate negativ (RUSTOGI et al. 1984). Da die vorliegende Studie die mechanischen Eigenschaften von Zahnpasten vergleichen wollte, wurde ein einfacher standardisierter Handzahnbürstentyp mit planem Borstenfeld verwendet. Die eingesetzten Maschinen bürsteten die Zahnwurzeln mit horizontalen Hin- und Herbewegungen, mit einer Methode also, von der zwar allgemein abgeraten wird, die jedoch die Mehrzahl der Konsumenten anwendet. Es darf auf Grund unserer Laborerfahrung davon ausgegangen werden, dass bei anderen Bürstbewegungen (vertikal oder kreisend) die Effekte am Dentin zwar weniger schnell auftreten, die «Rangliste» der Pasten innerhalb der drei untersuchten Parameter aber nicht verändert werden. Sowohl bei den Ra- als auch bei den Re-Messungen wurden in den 10 Durchgängen mit

den einzelnen Pasten grosse Streuungen der Resultate festgestellt. Zum einen liegt dies an der unterschiedlichen Qualität des menschlichen biologischen Materials (Dentin) und eventuell an der unterschiedlichen «Vorgeschichte» der verwendeten Zahnwurzeln vor deren Eintreffen im Labor. Ob und wie lange diese nach der Extraktion alio loco trockneten, ob sie anfänglich in Wasser gelagert wurden und wie lange sie in Thymol verweilten, ist nicht exakt überprüfbar. Zum anderen sind auch Batch-Unterschiede (Anfang, Mitte, Ende einer Produktionscharge) punkto Homogenität innerhalb der Pasten denkbar. Ob und wie stark sich einzelne Abrasivstoffe mit zunehmender Bürstzeit verändern, ist unklar. Dentin ist allerdings zu wenig hart, als dass sich konventionelle Putzkörper durch Reibung an diesem Material innerhalb der Bürstzeit relevant abrunden könnten. Auf Schmelz wäre dies allerdings möglich. Aus diesem Grund entsprechen die vorliegenden mit Dentinproben erarbeiteten «Ranglisten» der Zahnpasten für die Ra- und RDA-Werte nicht denjenigen, die bei Verwendung von Schmelz erreicht würden. Schmelzabration durch handelsübliche Zahnpasten (ausgenommen gewisse Spezialpasten für den nicht täglichen Gebrauch) ist jedoch bei normalem Zähneputzen ohne starke Unterstützung durch erosive Einflüsse klinisch wenig relevant. Die Verwendung von menschlichem Dentin in dieser Studie trug dem zunehmenden Auftreten von Dentinabration nach Gingivaretraktion Rechnung.

Die zur Verfärbung der Wurzeln verwendete Teelösung (ungepuffert, pH 4) führt gemäss laborinternen radiochemischen Ermittlungen nur zu einer sehr geringfügigen Anätzung der Dentinoberfläche. Dies fördert das angestrebte Staining. Es ist jedoch möglich, dass dadurch stärker abrasive Pasten bezüglich ihrer Reinigungswirkung einen geringen Wettbewerbsvorteil erhalten und etwas besser abschneiden als schwach abrasive Pasten. Da aber die Dentinproben bis 25 Minuten lang gebürstet wurden, dürfte sich dieser eventuelle «Vorteil» auf die Zeitachse beschränken.

Alle In-vitro-Tests wurden mit 250 g Auflagegewicht durchgeführt. Dies entspricht der klinischen Situation im Alltag bei Benützung von Handzahnbürsten und ist auch in der internationalen Norm für RDA-Messungen vorgeschrieben. Es kann nach unserer Erfahrung davon ausgegangen werden, dass kleinere Auflagegewichte zu geringeren und höhere Gewichte zu höheren RDA-, Ra- und Re-Werten führen. Die relative Rangierung der getesteten Pasten würde jedoch nicht verändert.

Die mechanischen Eigenschaften der untersuchten Zahnpasten müssen individuell, fallspezifisch auf die Patienten übertragen werden. Für einen Patienten mit starken Verfärbungen steht der Reinigungseffekt einer Paste im Vordergrund, wogegen dem Patienten mit entblösten Zahnhälsen der RDA-Wert von besonderer Bedeutung sein muss. Da die Abrasionsresistenz vieler früher gelegter Kompositfüllungen etwa der des Dentins entspricht, sollten für Patienten mit älteren Kompositfüllungen in den Frontzähnen auch die Ra-Werte der Zahnpasten konsultiert werden. Pasten, welche auf solchen Füllungen Oberflächenrauigkeit hinterlassen, nehmen ihnen den Glanz, machen sie optisch stumpf und damit leicht sichtbar. Am schwierigsten zu beraten sind Patienten mit kombinierten Problemen, vor allem jene mit starken Verfärbungen und gleichzeitig freiliegendem Dentin im Bereich der Zahnhälsen. Zur Vereinfachung der Beurteilung der individuellen Einsatzmöglichkeit der getesteten Zahnpasten wurden diese entsprechend ihren Resultaten für jeden der einzelnen Testparameter einer von vier bzw. fünf Gruppen mit relativer Wertung zugewiesen (Tab. II).

Für die RDA-Werte sind dies:

- Gruppe 1: sehr wenig abrasiv, RDA 0–20
- Gruppe 2: wenig abrasiv, RDA 20–40
- Gruppe 3: mittel abrasiv, RDA 40–60
- Gruppe 4: stark abrasiv, RDA 60–80
- Gruppe 5: sehr stark abrasiv, RDA >80

Für die Ra-Werte wurde folgende Einteilung gewählt:

- Gruppe 1: sehr geringe Anrauhung, Ra 0.0–0.1
- Gruppe 2: geringe Anrauhung, Ra 0.1–0.5
- Gruppe 3: mittlere Anrauhung, Ra 0.5–1.0
- Gruppe 4: starke Anrauhung, Ra 1.0–1.5
- Gruppe 5: sehr starke Anrauhung, Ra >1.5

Für die Re-Werte wurde folgende Einteilung gewählt:

- Gruppe 1: sehr gute Reinigung, Re >70
- Gruppe 2: gute Reinigung, Re 40–70
- Gruppe 3: genügende Reinigung, Re 20–40
- Gruppe 4: sehr schwache Reinigung, Re 0–20

Keine der getesteten Zahnpasten wies RDA-Werte der Gruppe 5 auf, zwei Pasten hatten Ra-Werte der Gruppe 5. Zahnpasten mit solchen Werten sind oft Spezialpasten zur Entfernung von Zahnverfärbungen und sollten nicht täglich verwendet werden (z.B. Depurdent, Dr. Wild AG). Auch die Anwender (Konsumenten, Patienten) wurden zur Vereinfachung und Veranschaulichung des möglichen Einsatzes der Zahnpasten arbiträr in vier verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Vorgaben und Prioritäten bezüglich Zahnhygiene eingeteilt.

Anwendergruppe 1:

Personen ohne Gingivaretraktion, also ohne freiliegende Dentinoberflächen. Zahnkronen ohne Verfärbungen (Stain): Hier steht die Reinigung und Politur des Zahnschmelzes im Vordergrund. Dies ist auch mit einer massigen Reinigungskraft der Zahnpaste möglich.

Anwendergruppe 2:

Personen ohne Gingivaretraktion, also ohne freiliegende Dentinoberflächen, jedoch mit Verfärbungen (Stain) der Zahnoberflächen infolge Rauchens bzw. häufigen Genusses von Kaffee, Tee, Kautabak usw.: Bei dieser Anwendergruppe steht eine höhere Reinigungskraft der Zahnpaste im Vordergrund.

Anwendergruppe 3:

Personen mit Gingivaretraktion, also mit freiliegendem Dentin im Bereich der Zahnhälsen. Zähne ohne Verfärbungen (Stain): Hier gilt es, das weniger abrasionsresistente Dentin möglichst schonend zu reinigen.

Anwendergruppe 4:

Personen mit Gingivaretraktion, also mit freiliegendem Dentin im Bereich der Zahnhälsen. Zähne mit Verfärbungen (Stain): In dieser Gruppe sind Zahnpasten mit möglichst tiefem Abrasions- und Anrauhungspotential, jedoch mit guter Reinigungswirkung gefragt.

Bei der Zuordnung der geprüften Zahnpasten zu den beschriebenen Anwendergruppen muss eine gesundheitsorientierte «Kosten/Nutzen-Rechnung» für die Zahnreinigung gemacht werden. In einer solchen wird die Reinigungswirkung, die der Anwender wünscht und auch beurteilen kann, als Nutzen eingesetzt. Die damit verbundene Abrasion und Anrauhung der Zahnoberflächen sind als Kosten einzusetzen. Das Problem liegt darin, dass der Zahnpastenbenützer die «Kosten» beim Zähneputzen nicht sieht. Erst wenn sich diese (Abrasionen) über längere Zeit kumuliert haben und ein Defekt entstanden ist, werden sie wahrnehmbar.

Bei der *Anwendergruppe 1* ohne freiliegendes Dentin und ohne Verfärbungen fallen die Eigenschaften Abra-

sion und Anrauhung weniger ins Gewicht, und ein mittleres Reinigungspotential genügt. Für diese Personen sind Zahnpasten, die gleichzeitig in den Re-Gruppen 3 evtl. 2 und in den RDA- und Ra-Gruppen 2 evtl. 3 sind, geeignet. Dies sind die Pasten Elmex rot, Mentadent C microgranuli, Meridol und Candida Sensitive, evtl. Candida Fresh Gel, Candida Peppermint, Colgate Total, Dentagard und Mentadent C active. Ungeeignet ist Elmex Sensitive Plus auf Grund ihres zu geringen Reinigungspotentials.

Bei der *Anwendergruppe 2*, welche infolge der Verfärbungen etwas mehr Reinigungskraft der Zahnpaste benötigt, sind Pasten, die gleichzeitig in der Re-Gruppe 2 und in den RDA- und Ra-Gruppen 2 oder 3 sind, geeignet. Dies sind die Pasten Candida Fresh Gel, Candida Peppermint, Candida Sensitive, Colgate Total, Dentagard und Mentadent C active.

Bei der *Anwendergruppe 3*, welche die freiliegenden Zahnhäule schonend reinigen muss, aber mit mittlerer Reinigungskraft auskommt, sind Pasten, die gleichzeitig in der Re-Gruppe 3 oder maximal 2 und in den RDA- und Ra-Gruppen 2 sind, geeignet. Dies sind die Pasten Elmex rot, Mentadent C microgranuli, Meridol und Candida Sensitive.

Bei der *Anwendergruppe 4*, welche freiliegendes Dentin und Verfärbungen aufweist, sind nur Pasten, die gleichzeitig in den Re-, RDA- und Ra-Gruppen 2 sind, geeignet. Dies ist einzig die Paste Candida Sensitive.

Als alleinige Paste für alle Anwendergruppen geeignet ist also nur Candida Sensitive, da diese Zahnpaste bei allen drei Parametern in Gruppe 2 klassiert ist. Die Spitzenreiter punkto Reinigungswirkung Colgate Gel und Odol-dent 3 sind für keine Anwendergruppe geeignet, da sie vergleichsmässig zu hohe RDA- und Ra-Potentiale aufweisen. Beide Pasten sind wie Spezialzahnpasten (RDA- und Ra-Gruppe 5) zur Entfernung von Verfärbungen, jedoch nicht täglich, einsetzbar.

Schlussfolgerung

Bei einer problemorientierten Beurteilung der geprüften Zahnpasten wird offensichtlich, dass die scheinbare Vielfalt des Zahnpastenangebotes gar nicht so gross ist. Die Hersteller sind also gefordert. Während die Anwendergruppen 1 und 2 noch eine ansprechende Auswahl geeigneter Pasten finden, sind die Anwendergruppen 3 und 4 weniger gut bedient. Für beide, besonders aber für die Anwendergruppe 4, ist die Auswahl an Pasten, die für ihr individuelles Zahnreinigungsproblem adäquat sind, sehr klein. Personen dieser Anwendergruppe müssen also eventuell auf die Benützung von Zahnpasten der Anwendergruppe 3 ausweichen und ihre Zahnverfärbungen mit Spezialpasten z.B. einmal wöchentlich entfernen, oder aber häufiger professionelle Zahnreinigungen in Anspruch nehmen. Beachtet man zusätzlich die Altersverteilung der Schweizer Bevölkerung, so wird klar, dass die Anwendergruppen 3 und 4 grösser sind als die Gruppen 1 und 2. Ein problemorientiertes Angebot an Zahnpasten für diese Konsumentengruppen ist also dringend nötig.

Summary

IMFELD T, SENER B, LUTZ F: Mechanical effects on dentin of the best selling toothpastes of the Swiss market. Evaluation of the potential cleaning effect, relative dentin abrasion and surface roughening (in German). Acta Med Dent Helv 3: 54–59 (1998)

Toothpastes are of great importance in the etiology of mechanical wear of dental hard tissue due to oral hy-

giene. Dentine abrasion and surface roughness produced by a given toothpaste must be weighed against its cleaning effect. In order to give individually appropriate oral hygiene advice to their patients, dental practitioners and dental hygienists must be informed about the respective mechanical effects of the commonly marketed toothpastes. The most recent publication on the mechanical effects of dentifrices marketed in Switzerland dates from 1989. The published figures are, however, no more applicable to the present market. The aim of this study was to assess the cleaning efficiency, the relative dentin abrasion and the surface roughness induced by 12 toothpastes that had the highest sales figures in Switzerland in late 1996 and early 1997. Cleaning efficiency was assessed planimetrically, the relative dentin abrasion was measured using a radio tracer method and the surface roughness was established using a surface scanning method. The potential users of the toothpastes (patients, consumers) were arbitrarily divided into four groups having different dental conditions and oral hygiene needs. An evaluation of the suitability of the 12 tested toothpastes for these four consumer groups showed that the appearance of a seemingly great range of dentifrices is deceptive because the offered variety cannot satisfy the special needs of large groups of consumers.

Résumé

Les pâtes dentifrice jouent un rôle important dans l'étiologie des lésions mécaniques de la substance dentaire dues au brossage. L'abrasion dentinaire et la rugosité de la surface dentaire doivent être évaluées par rapport au pouvoir nettoyant des dentifrices. Les médecins dentistes et les hygiénistes dentaires devraient connaître les effets mécaniques des différentes pâtes dentifrice du commerce afin de pouvoir adapter individuellement l'hygiène bucco-dentaire de leurs patients en fonction de leurs problèmes spécifiques. La dernière publication concernant les effets respectifs des pâtes dentifrice du marché suisse date de 1989. Ces valeurs ne correspondent cependant plus aux valeurs actuelles. Ce travail a pour but d'évaluer le pouvoir nettoyant, l'abrasion relative dentinaire ainsi que la rugosité de surface liés à l'utilisation des 12 dentifrices les plus vendus actuellement sur le marché suisse. L'effet nettoyant a été évalué planimétriquement, l'abrasion dentinaire relative au moyen d'une méthode radiochimique et la rugosité de surface à l'aide d'un système de balayage électronique (scanning). Les utilisateurs potentiels (patients, consommateurs) de dentifrices ont été repartis arbitrairement en quatre groupes présentant des situations dentaires ainsi que des besoins d'hygiène bucco-dentaire différents. Les résultats de cette étude montrent que la plupart des dentifrices testés ne répondent pas aux exigences spécifiques d'un large groupe de consommateurs.

Literatur

ASHMORE H, VAN ABBE N J, WILSON S J: The measurement in vitro of dentine abrasion by toothpaste. Br Dent J 133: 60–66 (1972)

BARBAKOW F, LUTZ F, IMFELD T: A review of methods to determine the relative abrasion of dentifrices and prophylaxis pastes. Quint Int 18: 23–28 (1987)

BARBAKOW F, IMFELD T, LUTZ F, STOOKEY G, SCHEMEHORN B: Dentin abrasion (RDA), enamel abrasion (REA) and polishing scores of dentifrices sold in Switzerland. Schweiz Monatsschr Zahnmed 99: 408–413 (1989)

- BULL W H, CALLENDER R M, PUGH B R, WOOD G D: The abrasion and cleaning properties of dentifrices. *Br Dent J* 125: 331–336 (1968)
- COWELL C R, ALLEN R W B: A comparison of dentine wear on prepared tooth sections in vivo using two toothpastes. *Br Dent J* 146: 339–342 (1979)
- DAVIS W B: Cleaning and polishing of teeth by brushing. *Community Dent Oral Epidemiol* 8: 237–243 (1980)
- GODDARD P B: The anatomy, physiology and pathology of the human teeth. Carey & Hart, Philadelphia, p. 133 (1844)
- GRABENSTETTER J R, BROGE R W, JACKSON F L, RADIKE A W: The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: A test utilizing radioactive teeth. *J Dent Res* 37: 1060–1068 (1958)
- HARTE D B, MANLY R S: Four variables affecting magnitude of dentifrice abrasiveness. *J Dent Res* 55: 322–327 (1976)
- HOTZ P: Untersuchungen zur Abrasivität von Zahnpasten. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 93: 93–99 (1983)
- HOTZ P: Die Abrasivität von Zahnpasten. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 95: 1066–1067 (1985)
- KITCHIN P C, ROBINSON H B G: How abrasive need a toothpaste be? *J Dent Res* 27: 501–514 (1948)
- MANLY R S: A structureless recurrent deposit on teeth. *J Dent Res* 22: 479–486 (1943)
- MILLER W D: Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation. *Dent Cosmos* 49: 109–124 (1907)
- PHANEUF E A, HARRINGTON J H, DALE P P, SHKLAR G: Automatic toothbrush: a new reciprocating action. *J Am Dent Assoc* 65: 12–25 (1962)
- QUIRYNEN M, MARECHAL M, BUSSCHER H J, WEERKAMP A H, DARIUS P L, VAN STEENBERGHE D: The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 17: 138–144 (1990)
- RUSTOGI K N, VOLPE A R, FISHMAN S, TSRIOL C W, PETRONE M E: Removal of 48-hour plaque by either brushing with dentifrices or water. *J Dent Res* 63: 312 (1984)
- SANGNES G: Traumatization of teeth and gingiva related to habitual tooth cleaning procedures. *J Clin Periodontol* 3: 94–103 (1976)
- SANGNES G, GJERMO P: Prevalence of oral soft and hard tissue lesions related to mechanical tooth cleaning procedures. *Community Dent Oral Epidemiol* 4: 77–83 (1976)
- SAXTON C A, COWELL C R: Clinical investigation of the effects of dentifrices on dentin wear at the cemento-enamel junction. *J Am Dent Assoc* 102: 38–43 (1981)