

Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

Editor-in-chief
Chefredaktor
Rédacteur en chef
Jürg Meyer, Basel

Editors
Redaktoren
Rédacteurs
Urs Belser, Genève
Peter Hotz, Bern
Heinz Lüthy, Zürich

Assistant Editor
Redaktions-Assistent
Rédacteur assistant
Tuomas Waltimo, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
F. Barbakow, Zürich
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
M. Bickel, Zürich
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
E. Budtz-Jørgensen, Genève
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
A. Filippi, Basel
J. Fischer, Bern
L.M. Gallo, Zürich
R. Glauser, Zürich
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, Zürich
K.W. Grätz, Zürich
Ch. Hämmerle, Zürich

N. Hardt, Luzern
T. Imfeld, Zürich
K.H. Jäger, Basel
J.-P. Joho, Genève
S. Kiliaridis, Genève
I. Krejci, Genève
J.Th. Lambrecht, Basel
N.P. Lang, Bern
T. Lombardi, Genève
H.U. Luder, Zürich
A. Lussi, Bern
P. Magne, Genève
C. Marinello, Basel
G. Menghini, Zürich
R. Mericske-Stern, Bern
J.-M. Meyer, Genève
A. Mombelli, Genève
W. Mörmann, Zürich
G. Pajarola, Zürich
S. Palla, Zürich

S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
M. Richter, Genève
S. Ruf, Bern
H.F. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
U.P. Saxer, Zürich
P. Schärer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
P. Schüpbach, Horgen
P. Stöckli, Zürich
U. Teuscher, Zürich
H. van Waes, Zürich
P. Velvart, Zürich
T. von Arx, Bern
R. Weiger, Basel
A. Wichelhaus, Basel
J. Wirz, Basel
A. Wiskott, Genève

Publisher
Herausgeber
Editeur
Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft SSO
Société Suisse d'Odonto-Stomatologie
CH-3000 Bern 7

Adresse der wissenschaftlichen Redaktion
Prof. Jürg Meyer
Zentrum für Zahnmedizin
Institut für Präventivzahnmedizin und Orale Mikrobiologie
Hebelstr. 3
4056 Basel

Muss Karies vollständig entfernt werden?

Zusammenfassung

Dank neuen Füllungstechnologien und der Entwicklung von neuen Füllungsmaterialien ist es möglich geworden, die Kavitäten kleiner zu gestalten, das heisst, mehr remineralisierbare Zahnschmelzsubstanz zu erhalten. Allerdings werden Fragen aufgeworfen: Welche Folgen hat die unvollständige Entfernung von infizierter Zahnschmelzsubstanz? Wie gut ist die Adhäsion von Füllungsmaterialien auf demineralisierten Zahnschmelzsubstanz?

Invasive Füllungstechnik ist heute nur bei kariösen Läsionen mit Oberflächeneinbruch des Schmelzes erforderlich. Die Adhäsion von Kompositmaterialien auf demineralisiertem Schmelz scheint möglich, ebenso diejenige auf demineralisiertem Dentin, jedoch nur in reduziertem Ausmass. Eine vollständige Entfernung des infizierten Dentins ist hingegen immer noch erforderlich.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 262–266 (2003)

Schlüsselwörter:

Kariesexkavation, Füllungen, Restkaries, Versiegelungen

Zur Veröffentlichung angenommen: 28. November 2002

P. R. HOTZ

Klinik für Zahnerhaltung der Universität Bern

Einleitung

Die invasive Behandlung von kariösen Läsionen in Zahnkronen muss im Hinblick auf die modernen Füllungstechnologien und Materialien in mehreren Aspekten neu überdacht werden, zum Beispiel auch bezüglich der Kariesexkavation. In seinem Standardwerk postulierte BLACK (1908): «Sobald die Karies das Dentin erreicht hat, muss das gesamte kariöse Zahnmaterial entfernt und die Kavität mit Metall oder einem anderen dauerhaften Füllungsmaterial versorgt werden. Dies ist die einzige Möglichkeit einen weiteren Zerfall zu verhindern und die Krankheit zu behandeln.» In einigen Aspekten hat diese Anweisung auch heute noch Gültigkeit, andererseits ist im Hinblick auf Kenntnisse von Prävention und moderner Füllungstechnologien eine differenziertere Betrachtungsweise erforderlich. VAN AMERONGEN et al. (2000) forderten, dass bei der invasiven Therapie der Zahnkaries das infizierte Gewebe entfernt und die Kavität derart gestaltet werden muss, dass das Füllungsmaterial optimal gelegt werden kann.

Der Unterschied zwischen den beiden Empfehlungen ist ersichtlich: Einerseits soll die gesamte durch den kariösen Prozess veränderte Zahnschmelzsubstanz entfernt werden, andererseits nur infiziertes Material. Die kariöse Läsion lässt sich charakterisieren

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Peter R. Hotz

Klinik für Zahnerhaltung

Freiburgstrasse 7

Postfach 64

3010 Bern 10

Tel. 031/632 25 70, Fax 031/632 98 75

E-Mail: peter.hotz@zmk.unibe.ch

durch verschiedene «Zonen». Initial wird der Schmelz in zunehmendem Mass demineralisiert; die Oberfläche bleibt vorerst intakt. Die allerersten Veränderungen sind nur mikroskopisch erfassbar. Die klinisch sichtbare Initialläsion ist gekennzeichnet durch intakte Oberfläche und kreidige Verfärbung der Zahnschmelzsubstanz, typischerweise an den Kariesprädispositionsstellen. Solche Läsionen oder Läsionsbereiche können als (noch) nicht infiziert bezeichnet werden. Falls die in der Zahnplaque akkumulierten Mikroorganismen ungehindert weiter Säure produzieren können, wird infolge Überwiegen der Demineralisationsphasen die Zahnoberfläche einbrechen, und es beginnt die Invasion von Bakterien in die Zahnschmelzsubstanz, speziell auch in das demineralisierte und freigelegte Dentin.

Grundlegende Therapieentscheide

Kariöse Läsionen mit Oberflächeneinbruch sind mit Ausnahme von kleinsten Defekten auf Glattflächen invasiv, das heisst, mit einer Füllung zu versorgen. Läsionen ohne Oberflächendefekt sind zumindest auf allen Glattflächen der Reinigung gut zugänglich. Sie sind mit präventiven Massnahmen kontrollierbar; deren Remineralisation ist somit möglich. Folglich ist eine invasive Behandlung abzulehnen (LUSSI & HOTZ 1995). Für die Approximallflächen-Kariesdiagnostik ist das Röntgenbild, meistens die Bissflügelaufnahme, ein unverzichtbares Hilfsmittel. Die radiologisch sichtbaren Demineralisationen sind entsprechend ihrer Ausdehnung zu charakterisieren. Bei lediglich im Schmelz oder allenfalls bis zur Schmelz-Dentin-Grenze erkennbaren «Aufhellungen» handelt es sich in der überwiegenden Mehrheit der Fälle um Initialläsionen ohne Oberflächendefekt; entsprechend den freien Glattflächen sollen sie mit präventiven Massnahmen unter Kontrolle gehalten werden. Sichtbare offene kariöse Läsionen sowie im Röntgenbild bis über die Schmelz-Dentin-Grenze sichtbare Demineralisationen sind mit Füllungen zu versorgen (LUSSI & HOTZ 1995).

Schwieriger ist die Diagnostik der Fissurenkaries. Auch unter makroskopisch scheinbar intakten Okklusalfächen können sich «therapiebedürftige» Läsionen entwickelt haben. Zusätzliche Massnahmen, wie die genaue Begutachtung von Bitewing-Röntgenbildern, im Zweifelsfall die Anwendung von Laserfluoreszenz oder elektrischer Widerstandsmessung, können die Qualität der Diagnostik verbessern (LUSSI et al. 1995, LUSSI et al. 2001). Wenn invasive Therapie indiziert ist, soll so viel gesunde Zahnschmelzsubstanz wie möglich erhalten werden. Die primäre Eröffnung der Kavität ist möglichst klein zu gestalten, eine den Schmelz unterminierende Exkavation im Dentin ist im Rahmen der direkten adhäsiven Füllungstechnologie mit Kompositmaterialien erlaubt (LUSSI et al. 1995).

Wie viel Karies muss entfernt werden?

Wenn die Forderung aufrechterhalten wird, dass im Rahmen einer invasiven Therapie sämtliche durch den kariösen Prozess veränderte Zahnschmelz – Schmelz und Dentin – entfernt werden muss, führt dies gegebenenfalls zu relativ grossem Substanzverlust. Für nicht adhäsive Füllungen schien diese Forderung bisher gerechtfertigt. Für adhäsive Füllungen muss die Problematik neu überdacht werden. Es ist das Ziel in der modernen Füllungstechnologie, so viel Zahnschmelzsubstanz wie möglich zu erhalten. Dies betrifft selbstverständlich gesunden Schmelz und gesundes Dentin; zusätzlich sind die lediglich demineralisierten und noch nicht infizierten Zahnschmelzsubstanz in Betracht zu ziehen. Sofern der kariöse Prozess zum Stillstand gebracht

wird, können demineralisierter Schmelz und Dentin remineralisieren. Deren Entfernung ist somit nicht unbedingt notwendig und eine Reduktion der Ausdehnung der Füllung wird dadurch möglich. Einige grundlegende Fragen müssen jedoch gestellt werden:

- Was für Folgen hat das (unbeabsichtigte) Belassen von Bakterien und/oder infiziertem Dentin unter der Füllung?
- Wie gut ist die Adhäsion von Füllungsmaterialien auf demineralisiertem Schmelz und welche Qualität des Randschlusses wird erreicht?
- Wie gut ist die Adhäsion von Füllungsmaterialien auf demineralisiertem resp. durch den kariösen Prozess verändertem Dentin?

Restkaries unter adhäsiven Füllungen

Es wurde befürchtet, dass das Belassen von Restkaries unter nicht adhäsiven Füllungen (z.B. Amalgam) zu so genannten Kariesrezidiven führen könnte. Durch Substratzufuhr via undichte Füllungsrandränder können sich die noch vorhandenen Bakterien erneut vermehren, und die kariöse Läsion kann sich damit weiter entwickeln. Erstaunlicherweise gibt es jedoch kaum wissenschaftliche Evidenz für diese Bedenken; sie basieren möglicherweise hauptsächlich auf klinischer Erfahrung. Bei der Versiegelung von Fissuren zeigt sich eine ähnliche Problematik. Viele Praktiker/innen befürchteten, dass überlebende Bakterien in der Tiefe der Fissur zu einer versteckten Weiterentwicklung der Karies («hidden caries») führen könnten. Es konnte jedoch mehrfach gezeigt werden, dass die Mikroorganismen nach Ätzung und unter intakten Versiegeln kaum Überlebens- resp. Vermehrungsmöglichkeiten haben (HANDELMAN et al. 1976, GOING et al. 1978, JENSEN & HANDELMAN 1980); ihre Anzahl nimmt sehr deutlich ab. In mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen wurde die Karies, das heisst das infizierte Dentin, unvollständig exkaviert und die Kavität mit früheren und heutigen Füllungsmaterialien und -techniken verschlossen. Auch hier wurde eine deutliche Reduktion der Bakterienzahl im kariösen Restdentin beobachtet (BESIC 1943, SCHOUBOE & McDONALD 1962, KING et al. 1965, BJØRNDAL et al. 1997, MERTZ-FAIRHURST et al. 1979, KREULEN et al. 1997, WEERHEIJM et al. 1999, MALTZ et al. 2002). Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Elimination von Mikroorganismen unter Okklusalfüllungen nur in einem Teil der Fälle beobachtet werden kann. Der Einsatz von remineralisierendem/antibakteriellem Füllungsmaterial (z.B. Glasionomerzement) konnte diese Situation nicht wesentlich beeinflussen (KREULEN et al. 1997, WEERHEIJM et al. 1999). Auf Grund dieser Beobachtungen ist davon auszugehen, dass eine möglichst vollständige Entfernung des infizierten Dentins vorerst als zweckmässig erscheint. Allerdings ist diese Forderung auch mit modernen Präparationsmethoden nicht einfach zu erfüllen (BANERJEE et al. 2000), ausser es wird eventuell unnötig viel gesundes oder lediglich demineralisiertes Dentin geopfert. Es scheint bis heute keine Methode zu geben, mit welcher sicher festgestellt werden kann, ob und wann infiziertes Dentin restlos entfernt ist. Meistens wird präpariert, bis das Dentin hart erscheint. Die Verfärbung stellt kein brauchbares Kriterium für die Qualität des Restdentins dar (KIDD et al. 1996). Trotzdem sind in mindestens 25% der Kavitäten Bakterien in den Dentintubuli zu finden (SHOVELTON 1968, THYLSTRUP & FEJERSKOV 1994). Diese scheinen jedoch, wie zumindest die praktische Erfahrung zeigt, keine klinische Bedeutung zu haben. Mit verschiedenen Farbstofflösungen wurde versucht, infiziertes Dentin anzufärben und dadurch dessen gezielte Entfernung zu erleichtern. Die Re-

sultate sind widersprüchlich. Neben günstigen Befunden und Befürwortung der Methode (KIDD et al. 1993) zeigen neuere Untersuchungen, dass durch die Anfärbung zu wenig spezifisch lediglich das infizierte Dentin markiert wird. Teilweise nimmt auch sklerotisch verändertes Dentin Farbstoff auf (YIP et al. 1994, ANSARI et al. 1999). Entsprechend erscheint die Anwendung dieser Färbemittel nicht unbedingt zweckmässig.

Haftung auf veränderten Zahnhartsubstanzen

Für nicht adhäsive Füllungen (z.B. Amalgam) wurde grundsätzlich sämtlicher durch Karies sichtbar veränderte Schmelz entfernt; Ausnahmen waren lediglich akzeptierbar auf der Reinigung gut zugänglicher Glattflächen. Demineralisierter Schmelz ist jedoch in der Lage zu remineralisieren. Im Rahmen der heutigen Füllungstechnologie wäre es wünschenswert, nicht irreversibel veränderte Zahnschubstanz zu erhalten. Dadurch würden geringere Kavitätenausdehnungen realisierbar. Es stellt sich jedoch die Frage, ob eine optimale Adhäsion des Füllungsmaterials (z.B. Komposit) auch auf demineralisiertem Schmelz zu erreichen ist. Es konnte gezeigt werden, dass die Haftung von «Versiegeln» auf initialen Schmelzläsionen bei 60 Sekunden Ätzung mit 37% Phosphorsäure gleich derjenigen auf unverändertem Schmelz ist (SILVERSTONE 1974, VAN DORP & TEN CATE 1987). ROBINSON et al. (2001) beobachteten, dass die Penetration von Kunststoffen in künstlich demineralisiertem Schmelz gut ist. HANDELMAN et al. (1987) konnten in einer klinischen Studie über zwei Jahre zeigen, dass die Retention von Versieglermaterialien in Fissuren mit demineralisiertem Schmelz gleich gut waren wie in kariesfreien Fissuren (klinisch-visuell beurteilt). In einer Pilotstudie über 10 Jahre verfolgten BRILEY et al. (1997) klinisch und radiologisch Läsionen unter Fissurenversiegeln. Sie konnten keine Vergrösserung der Ausdehnungen der radiologischen Veränderungen feststellen und folgerten einerseits, dass die Karies zum Stillstand gekommen sei, und andererseits, dass Versieglermaterial auch in demineralisierten Fissuren randdicht zu applizieren war. Obwohl keine Daten prospektiver klinischer Studien mit Füllungsrandern in demineralisiertem Schmelz zur Verfügung stehen, dürfte die Empfehlung, die sichtbare Initialläsion nicht vollumfänglich zu exkavieren, verantwortbar sein, selbstverständlich immer unter der Voraussetzung einer guten Plaqueentfernung durch den Patienten speziell im Füllungsrandbereich und damit ermöglichter Remineralisation des Schmelzes.

Bei der Therapie einer kariösen Läsion im Dentin wird die möglichst vollständige Entfernung des infizierten Zahnmaterials angestrebt. Darunter wird jedoch nicht «gesundes» und normales Dentin freigelegt. Histologisch zeigen sich deutliche Veränderungen, wie Demineralisation, Obliteration der Tubuli durch Mineralisationsprozesse etc., verursacht durch die Karies direkt und als Reaktionsprozess des Pulpa/Dentin-Komplexes auf die Karies (BJØRNDAL & MIÖR 2002). Es kann somit nicht erwartet werden, dass die Adhäsion mittels Dentinbondings in der klinischen Situation derjenigen auf «gesundem» Dentin entspricht. Leider gibt es bis heute erst wenige Untersuchungen, die sich mit dieser Thematik befassen haben. In einer In-vitro-Untersuchung wurde die Adhäsion verschiedener Bondingsysteme auf gesundem, durch Karies demineralisiertem und durch den kariösen Prozess infiziertem Dentin verglichen (YOSHYJAMA et al. 2002). Am höchsten erwiesen sich die Haftwerte auf gesundem Dentin, signifikant niedriger auf demineralisiertem und nochmals signifikant niedriger auf infiziertem Dentin. Da die Haftwerte sehr viel tiefer sind und die Auswirkungen persistierender

Bakterien auf die Pulpa noch nicht vollumfänglich bekannt sind, fordern die Autoren eine möglichst vollständige Entfernung des infizierten Dentins. Das Belassen örtlich begrenzter Reste infizierten Dentins unter einer adhäsiven Füllung dürfte klinisch jedoch keine feststellbaren Auswirkungen haben, da der Schmelz und nicht durch Karies veränderte Dentinflächen zur Adhäsion der Füllung und Abdichtung der Füllungsänder beitragen. Im Gegensatz zur oben erwähnten Untersuchung fanden FUENTES et al. (2000) keine wesentliche Differenz zwischen den Haftwerten auf gesundem und durch Karies verändertem, jedoch nicht infiziertem Dentin.

Von grossem klinischem Interesse wäre die Penetration von antibakteriell wirkenden Bondingsystemen in demineralisiertes Dentin. IMAZATO et al. (2002) konnten zeigen, dass experimentelle Primer mit antibakteriellem Wirkstoff in künstlich demineralisiertes Wurzelentin penetrieren und Bakterien vernichten können. Die Bestätigung dieser Beobachtungen an «natürlichen» Läsionen im Dentin steht jedoch noch aus.

Bewusstes Belassen von Karies unter Füllungen

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Bakterien unter randdichten adhäsiven Füllungen wenig Überlebenschancen haben. Längerfristige klinische Untersuchungen liegen diesbezüglich nur wenige vor. Die Untersuchungen betreffend Belassen von infiziertem Restdentin in Pulpanähe (indirekte Überkappungen) werden hier nicht diskutiert. Die Studien betreffend Fissurenversiegelung über okklusale Läsionen wurden bereits erwähnt, sie befassten sich grösstenteils mit der Überlebenschance von Bakterien unter der Versiegelung. In einer klinischen Untersuchung an Milchmolaren wurden adhäsive Kompositfüllungen mit resp. ohne vollständige Entfernung des infizierten Dentins verglichen (RIBEIRO et al. 1999). In der klinischen Beurteilung wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Verfahren festgestellt. In etwa 25% der Fälle wurde in der Gruppe mit Restkaries eine Vergrösserung der radioluzenten Zone unter der Füllung festgestellt. Dies deutet auf eine Weiterentwicklung der betreffenden Läsionen.

WEERHEIJM et al. (1999) versorgten okklusale kariöse Läsionen mit Klasse-1-Amalgam- oder kunststoffmodifizierten Glasionomer-Zementfüllungen. Infiziertes Dentin wurde an der Basis der Kavität belassen. Unter beiden Materialien konnte nach zwei Jahren eine deutliche Reduktion der Bakterienzahl beobachtet werden, eine vollständige Elimination, soweit diese überhaupt nachweisbar ist, jedoch nur in etwa 20% der Fälle. Zwischen der Wirkung der beiden Materialien wurde kein grosser Unterschied festgestellt. Eine klinische Studie über zehn Jahre betreffend ultrakonservative Versorgung von radiologisch verifizierbaren kariösen Läsionen auf Okklusalfächen von Molaren veröffentlichten MERTZ-FAIRHURST et al. (1998). Die drei verglichenen Versuchsgruppen umfassten konventionelle Amalgamfüllungen im gesamten Fissurensystem, lokalisierte Amalgamfüllungen nur im engsten Bereich der kariösen Läsion (Entfernung des infizierten Dentins) sowie Versiegelung der Restfissuren und als dritte Gruppe lediglich Erweiterung des Fissureneingangs im Bereich der Läsion und Verschluss mit adhäsiver Kompositfüllung sowie Versiegelung der Fissuren. Alle Zähne wurden klinisch und radiologisch überwacht. Die höchste Misserfolgsquote zeigten die «konventionellen» Amalgamfüllungen, gefolgt von den «ultrakonservativen» Kompositfüllungen. Die «versiegelten Amalgamfüllungen» zeigten die besten Resultate. Die Versiegelungen erwiesen sich als optimale Prophylaxe gegen Sekundärkaries. Die radiologischen Befunde zeigten, dass

sich die kariösen Läsionen unter den intakten adhäsiven Kompositfüllungen nicht weiter entwickelten.

Schlussfolgerungen

Die moderne Kariestherapie muss verschiedensten Ansprüchen genügen. Die Präparationen sollen zahnschutzschonend sein, die Möglichkeit der Remineralisation von demineralisierten Zahnhartgeweben muss genutzt werden. Die Füllungen sollen dauerhaft sein – kleinere Füllungen scheinen eine höhere Lebenserwartung zu haben (MANHART & HICKEL 2001). Schliesslich sollten die Füllungen weitgehend unbedenklich sein, auch die Vitalität der Pulpa ist im behandelten Zahn wenn immer möglich zu erhalten. Das Idealziel für die invasive Füllungstechnik wäre, die kariöse Läsion lediglich im Bereich des Oberflächeneinbruches im Schmelz mit einer lokalen adhäsiven Füllung dicht zu verschliessen, wodurch die Substratzufuhr für die Bakterien unterbunden würde. Eine Weiterentwicklung der Läsion wäre somit wenig wahrscheinlich.

Viele Fragen sind jedoch noch nicht definitiv beantwortet. Die klinische Auswirkung der Mikroorganismen in kariösem Restdentin auf die Pulpa sind nicht vollumfänglich bekannt (PASHLEY et al. 2002). Die Randdichtigkeit von Füllungen ist weder in gesundem noch demineralisiertem Schmelz langfristig garantiert. Noch unsicherer ist die Situation in gesundem respektive durch Karies verändertem Dentin. Füllungsmaterialien mit ausreichender antibakterieller Wirkung stehen noch nicht zur Verfügung.

Als praktische Empfehlung bleibt somit nur die Aufforderung, so viel gesunde Zahnschubstanz wie möglich zu erhalten, das heisst, auch sehr genau abzuklären, ob eine invasive Therapie überhaupt notwendig ist oder nicht. Das infizierte Dentin ist möglichst vollständig zu entfernen; demineralisierter Schmelz kann bei adhäsiver Füllungstechnik belassen werden, eine gute Plaqueentfernung durch den Patienten muss jedoch gewährleistet sein. Fissurenversiegelungen und adhäsive Füllungen sollten klinisch so gut als möglich bezüglich Randdichtigkeit kontrolliert werden. Beginnende Karies unter dichten Fissurenversiegelungen scheint sich nicht weiter entwickeln zu können.

Summary

HOTZ P, R: **Do carious lesions have to be removed completely?** (in German). *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113: 262–266 (2003)

Changes in restorative techniques and the development of new restorative materials have allowed the use of more conservative cavity preparations. Important questions are: What are the consequences of incomplete removal of caries-affected dentin? What are the bond strengths of adhesives to demineralized enamel and dentin?

The non-invasive management of carious lesions with intact tooth surfaces in a manner that will bring about some remineralization offers a viable and superior alternative to conventional restorations. The bond strengths of adhesives to demineralized enamel seem to be similar to that on normal enamel. None of the modern filling technologies can guarantee the arrest of the carious process. The complete removal of the infected dentin is, however, still necessary irrespective of the restorative material used.

Résumé

Des changements importants dans le domaine des techniques restauratrices et du développement de nouveaux matériaux de

restauration ont permis la mise au point de préparations de cavités plus conservatrices. Dans ce contexte, les questions suivantes restent actuelles: Quelles sont les conséquences d'une élimination incomplète de dentine cariée? Quelles sont les valeurs d'adhésion au niveau de l'émail et de la dentine déminéralisées?

La gestion non invasive visant une reminéralisation partielle de lésions carieuses avec des surfaces dentaires intactes présente une alternative viable et supérieure à des restaurations dites conventionnelles. Les valeurs d'adhésion obtenues au niveau de l'émail déminéralisé semblent être similaires à celles connues pour l'émail normal. Cependant, aucune des technologies restauratrices modernes ne peut garantir un arrêt du processus carieux. L'élimination complète de la dentine infectée reste donc une condition sine qua non, quel que soit le matériau de restauration utilisé.

Literaturverzeichnis

- ANSARI G, BEELEY J A, REID J S, FOYE R H: Caries detector dyes – an in vitro assessment of some new compounds. *J Oral Rehabil* 26: 453–458 (1999)
- BANERJEE A, KIDD E A, WATSON T F: In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res* 34: 144–150 (2000)
- BESIC F C: The fate of bacteria sealed in dental cavities. *J Dent Res* 22: 349–354 (1943)
- BJØRNDAL L, LARSEN L, THYLSTRUP A: A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavations using long term intervals. *Caries Res* 31: 411–417 (1997)
- BJØRNDAL L, MIÖR J A: Dental Caries: Characteristics of lesions and pulpal reactions. In: *Pulp-Dentin Biology in Restorative Dentistry*. MIÖR J A (Ed.) Quintessence, Chicago (2002)
- BLACK G V: *Operative Dentistry, Volume 2; The Technical Procedures in Filling Teeth*. Medico-Dental Publishing Company, Chicago (1908)
- BRILEY J B, DOVE S B, MERTZ-FAIRHURST E J, HERMESCH C B: Computer-assisted densitometric image analysis (CADIA) of previously sealed carious teeth: a pilot study. *Oper Dent* 22: 105–114 (1997)
- FUENTES M V, CARVALHO R M, TOLEDANO M, OSORIO R, CEBALLOS L, OTSUKI M, PASHLEY D H: Tensile strength of sound vs caries-affected mineralized and demineralized dentin. *J Dent Res* 81: A 175, Abstr. 1262 (2002)
- GOING R E, LOESCHE W J, GRAINGER D A: The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with fissure sealant. *J Amer Dent Ass* 97: 455–462 (1978)
- HANDELMAN S L, WASBURN F, WOPPERER P: Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. *J Amer Dent Ass* 93: 967–970 (1976)
- HANDELMAN S L, LEVERETT D H, ESPELAND M, CURZON J: Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community Dent Oral Epidemiol* 15: 1–5 (1987)
- IMAZATO S, WALLS A W G, KURAMOTO A, EBISU S: Penetration of an antibacterial dentine-bonding system into demineralized human root dentin in vitro. *Eur J Oral Sci* 110: 168–174 (2002)
- JENSEN O E, HANDELMAN S L: Effect of an autopolymerizing sealant on viability of microflora in occlusal dental caries. *Scand J Dent Res* 88: 383–388 (1980)
- KIDD E A M, JOYSTON-BECHAL S, BRIGHTON D: The use of caries detector dye during cavity preparation: A microbiological assessment. *Br Dent J* 174: 245–248 (1993)

- KIDD E A, RICKETTS D N, BRIGHTON D: Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *Br Dent J* 180: 287–291 (1996)
- KING J B, CRAWFORD J J, LINDALL R L, HILL C: Indirect pulp capping: A bacteriologic study of deep carious dentine in human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 20: 663–671 (1965)
- KREULEN C M, DE SOET J J, WEERHEIJM K L, VAN AMERONGEN W E: In vivo cariostatic effect of resin modified glass ionomer cement and amalgam on dentine. *Caries Res* 31: 384–389 (1997)
- LUSI A, HOTZ P, STICH H: Die Fissurenkaries. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 1165–1171 (1995)
- LUSI A, HOTZ P: Die Approximal- und Glattflächenkaries. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 1439–1443 (1995)
- LUSI A, MEGERT B, LONGBOTTOM C, REICH E, FRANCESCUT P: Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 109: 14–19 (2001)
- MALTZ M, DE OLIVEIRA E F, FONTANELLE V, BIANCHI R: A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep carious lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 33: 151–159 (2002)
- MANHART J, HICKEL R: Longevity of restorations. In: WILSON N H F, ROULET J F, FUZZI M (Eds.): *Advances in Operative Dentistry*. Quintessenz, Berlin (2001)
- MERTZ-FAIRHURST E J, SCHUSTER G S, WILLIAMS J E: Clinical progress of sealed and unsealed caries. Part II: Standardized radiographs and clinical observations. *J Prosthet Dent* 42: 633–637 (1979)
- MERTZ-FAIRHURST E J, CURTIS J W, ERGLE J W, RUEGGEEG F A, ADAIR S M: Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: Results at 10 years. *J Amer Dent Ass* 129: 55–66 (1998)
- PASHLEY D H, PASHLEY E L, CARVALHO R M, TAY F R: The effects of dentin permeability on restorative dentistry. In: *The Dental Clinics of North America, Restorative Dentistry*. GARCIA-GODOY F (Ed.); Vol 46, Number 2, Saunders (2002)
- RIBEIRO C C, BARATIERI L N, PERDIGAO J, BARATIERI N M, RITTER A V: A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *Quintessence Int* 30: 591–599 (1999)
- ROBINSON C, BROOKES S J, KIRKHAM J, WOOD S R, SHORE R C: In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries Res* 35: 136–141 (2001)
- SCHOUBOE T, McDONALD J B: Prolonged viability of organisms sealed in dentinal caries. *Arch Oral Biol* 7: 525–526 (1962)
- SHOVELTON D S: A study of deep carious dentine. *Br Dent J* 18: 392–405 (1968)
- SILVERSTONE L M: Fissure sealants: Laboratory studies. *Caries Res* 8: 2–26 (1974)
- THYLSTRUP A, FEJERSKOV O: *Textbook of Clinical Cariology*. Munksgaard, Copenhagen (1994)
- VAN AMERONGEN J P, VAN LOVEREN, KIDD E A: *Caries Management: Diagnosis and Treatment Strategies*. In: *Fundamentals of Operative Dentistry*. SUMMIT J B, ROBBINS J B, SCHWARTZ R S (Ed.), Quintessenz, Chicago (2000)
- VAN DORP C S E, TEN CATE J M: Bonding of fissure sealant to etched demineralized enamel (lesions). *Caries Res* 21: 513–521 (1987)
- WEERHEIJM K L, KREULEN C M, DE SOET J J, GROEN H J, VAN AMERONGEN W E: Bacterial counts in carious dentine under restorations: 2-year in vivo effects. *Caries Res* 33: 130–134 (1999)
- YIP H K, STEVENSON G A, BEELEY J A: The specificity of caries detector dyes in cavity preparation. *Br Dent J* 176: 417–421 (1994)
- YOSHYJAMA M, TAY F R, DOI J, NISHITANI Y, YAMADA T, ITOU K, CARVALHO R M, NAKAJIAMA M, PASHLEY D H: Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res* 81: 556–560 (2002)