

Forschung · Wissenschaft

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-Assistentin
Rédactrice assistante
Catherine Weber, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
F. Barbakow, Zürich
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
M. Bickel, Bern
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
Th. Brunner, Zürich
E. Budtz-Jørgensen, Genève
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
J. Fischer, Bern
A. H. Geering, Bern
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, 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
Ch. Lehner, Zürich
T. Lombardi, Genève
H.U. Luder, Zürich
A. Lussi, Bern
F. Lutz, Zürich
C. Marinello, Basel
G. Menghini, Zürich
R. Mericske-Stern, Bern
J.-M. Meyer, Genève
A. Mombelli, Genève
W. Mörmann, Zürich
Ph. Mojon, Genève

G. Pajarola, Zürich
S. Palla, Zürich
S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
M. Richter, Genève
H. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
P. Schärer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
P. Schüpbach, Zürich
P. Stöckli, Zürich
U. Teuscher, Zürich
H. van Waes, Zürich
T. von Arx, Bern
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

In-vivo-Untersuchung von kleinen Klasse-II-Kompositfüllungen

Zusammenfassung

In der vorliegenden prospektiven klinischen Studie sollte beim routinemässigen Einsatz von Sonicsys-micro-Ansätzen das mittelfristige Verhalten von Mikrokompositfüllungen im Approximalbereich untersucht werden. Durch 11 Assistenz-zahnärzte wurden 111 proximale Kompositfüllungen zur Erstversorgung an 50 Patienten unter Verwendung von Tetric Flow bzw. Tetric Ceram gelegt. Die Restaurationen wurden zunächst halbjährlich und dann jährlich unter Verwendung der Kriterien des US Public Health Service nachuntersucht. Weitere Parameter zur Einschätzung des Präparationsverfahrens durch den Behandler bzw. den Patienten wurden durch Befragung erhoben. Die Verletzungsgefahr der Nachbarzähne durch das Präparationsverfahren wurde exemplarisch (n=13) nach Abformung und Modellherstellung durch mikroskopische Untersuchung verifiziert. Die klinische Umsetzung der minimalinvasiven Klasse-II-Präparation bei Erstversorgungen wurde von den Anwendern bezüglich «Handling» und Defektbezogenheit positiv eingeschätzt. In einem Beobachtungszeitraum von einem bis zu drei Jahren konnten 105 von 111 Mikrokompositfüllungen als klinisch erfolgreich bewertet werden. Einen Risikofaktor stellte die unvollständige Kariesexkavation dar, die in vier Fällen zum Austausch bzw. zur Reparatur der Füllungen geführt hat.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 111: 11–18 (2001)

Schlüsselwörter: Approximale Kompositfüllungen, Mikroversorgung, Sonoabrasive Präparation

Zur Veröffentlichung angenommen: 5. November 2000

Korrespondenzadresse:

PD Dr. B. Hugo, Universität Würzburg
Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
Pleicherwall 2, D-97070 Würzburg
Tel. 0049/(0)931/201-7242, Fax 0049/(0)931/201-7240
E-Mail: burkard.hugo@mail.uni-wuerzburg.de

BURKARD HUGO¹, ALEXANDROS STASSINAKIS²,
NORBERT HOFMANN¹, PETER HAUSMANN¹
und BERND KLAIBER¹

¹Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der
Universität Würzburg

²Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin
der Universität Bern

Einleitung

Für die Versorgung von gering extendierten, durch Approximalkaries verursachten Läsionen mit Komposit wird bei zirkulärer Schmelzbegrenzung als ideale Präparationsform die so genannte Adhäsivpräparation beschrieben (LÜSCHER et al. 1977). Obwohl die genannten Adhäsivpräparationen im Laborresultat (LÜSCHER et al. 1977, PORTE et al. 1984) ein sehr gutes Randverhalten zeigen, wird diese Technik in der Klinik nur selten umgesetzt.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den routinemässigen klinischen Einsatz hochfrequent oszillierender Mikropräparationsinstrumente (Sonicsys micro, KaVo, Biberach, Deutschland) und direkter Klasse-II-Kompositfüllungen zur Erstversorgung zu überprüfen. Bei der klinisch anspruchsvollen Therapiemassnahme der approximalen Erstversorgung sollten die verschiedenen Aspekte der sonoabrasiven Präparations-technik durch Behandler und Patient erfasst werden. Die Gefahr der Nachbarzahnbeschädigung bei der oszillierenden Präparation sollte exemplarisch evaluiert werden. Die Qualität und Verweildauer der kleinen Klasse-II-Füllungen aus Komposit von mittlerer und hoher Viskosität wurde über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren dokumentiert.

Material und Methoden

Es nahmen 50 Patienten der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität Würzburg an der Studie teil. Die Patientenauswahl erfolgte auf Grund einer klinischen und radiologischen Diagnose. Hierbei sollten kleine und mittelgrosse Erstversorgungen in einer geschlossenen Zahnreihe zur Behandlung anstehen. Das Durchschnittsalter der Patienten lag

bei 30 Jahren (\pm 18 Jahre, 8 Monate), wobei 23 Patienten weiblichen und 27 Patienten männlichen Geschlechts waren.

11 Assistenz Zahnärzte der Poliklinik für Zahnerhaltung wurden an extrahierten Zähnen mit der Präparations- und Restaurationstechnik vertraut gemacht und mussten vor Teilnahme an der Studie bereits klinische Erfahrung mit dieser Methode gesammelt haben. Von September 1995 bis Juli 1997 wurden 111 proximale Erstversorgungen in die Studie aufgenommen und nach der Erstdokumentation direkt nach Legen der Füllung, nach 6 Monaten, nach 12 Monaten und danach in jährlichen Abständen untersucht.

Das klinische Vorgehen wurde durch Schulungsmassnahmen und ein Behandlungsprotokoll vereinheitlicht und entsprach der nachfolgend beschriebenen Verfahrensweise. Für sämtliche Behandlungen wurden Lupenbrillen mit 2-facher Vergrößerung getragen. Für die proximale Kavitätenpräparation standen, neben rotierenden Diamantschleifern in ISO-Grösse 008/010 im Rotringwinkelstück (KaVo, Biberach, Deutschland), Sonicsys micro-Instrumente (KaVo, Biberach, Deutschland) und der Sonicflex-Airscaler 2000 N (KaVo, Biberach, Deutschland) zur Verfügung. Die Kariesexkavation erfolgte konventionell rotierend mit Rosenbohrern. Die okklusalen Ränder wurden mittels Feinkorndiamant finiert, aber nicht abgeschragt. Die Auswahl der jeweiligen Kavitätendesigns bzw. der anzuwendenden Instrumente erfolgte durch die Behandler in Abhängigkeit von der jeweiligen Einschätzung der klinischen Situation.

Das präparative Vorgehen und die resultierende Kavitätenform wurden im Befundblatt festgehalten. Zusätzlich hatten die Behandler die Zugänglichkeit bei der approximalen Schmelzpräparation, die Effizienz der sonoabrasiven Substanzabtragung, die Defektbezogenheit der Kavität und die Kontrolle der Kariesexkavation mit gut, mittel oder schlecht zu bewerten. Die Patienten wurden postoperativ mündlich zur Empfindung der Schwingung und des Präparationsgeräusches sowie zur Schmerzempfindung befragt.

Die Füllungen wurden obligat unter Kofferdam gelegt. Zur approximalen Formgebung standen bombierte Transparentmatrizen (Contact Molar Bands, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) oder plane Metallstreifen (Matrix Band EE 0,03 mm, Hawe Neos Dental, Bioggio, Schweiz) zur Verfügung. Die Matrizen kamen als zurecht geschnittene Teilmatrizen oder konventionell mit Matrizenspanner in Kombination mit zervikalen Holzkeilen zum Einsatz. Im Rahmen der «total etch/total bonding»-Technik wurden zunächst die Schmelzränder und nachfolgend die gesamte Kavität mit 37%-Phosphorsäuregel (Ultra Etch, Ultradent, South Jordan, USA) für 30 s geätzt und mit den Dentinadhäsiven Syntac Classic (Vivadent) oder OptiBond FL (Kerr, Karlsruhe, Deutschland) gemäss Herstellerangaben konditioniert. Auf das Legen einer Unterfüllung sollte möglichst verzichtet werden. Bei Verwendung des hochviskosen Kompositmaterials Tetric Ceram wurden horizontale Schichten mit einer maximalen Höhe von 2 mm eingebracht und diese jeweils für 40 s lichtpolymerisiert. Die verwendeten Lichtpolymerisationsgeräte der Klinik werden regelmässig überprüft und müssen eine Mindestleistung von 400 mW/cm² bei der Emission erbringen (Messung der Lichtintensität mit Curing Radiometer, Demetron, Danbury, USA).

Als alternative Methoden wurden bei den grazileren Kavitäten Füllungen mit mittelviskösem Tetric Flow durch «Injektion» appliziert (n=58) oder bei etwas ausgedehnteren Präparationen eine Kombinationstechnik mit einer zervikalen Schicht Tetric Flow und nachfolgender Tetric-Ceram-Schichtung angewendet

(n=40). Die obigen Vorgaben zur Schichtstärke und Polymerisationszeit wurden ebenfalls eingehalten. Zur Ausarbeitung und Politur wurden Feinkorndiamanten, Proxoshape-Feilen (Intensiv), interdentale Polierstreifen (3M Medica, Borken, Deutschland), Silikonpolierer und OkkluBrush-Bürsten (Hawe-Neos Dental) eingesetzt.

Zur Beurteilung der Ausgangssituation und der laufenden Entwicklung der Restauration wurde klinisch untersucht, Sensibilitätstests unter Verwendung von Kältespray für die weitere Beurteilung herangezogen und die Patienten bezüglich Beschwerdefreiheit befragt. Die Anfertigung von postoperativen Bissflügelröntgenaufnahmen erfolgte je nach klinischem Bedarf im Rahmen der üblichen Nachuntersuchungsintervalle. Es wurde jeweils die Ausgangssituation, die definitive Kavität und die fertiggestellte Füllung zu den beschriebenen Untersuchungszeitpunkten bei 1,8-facher Vergrößerung photodokumentiert. Die kalibrierten Gutachter, Zahnärzte der genannten Poliklinik, wendeten für die klinische Bewertung modifizierte Kriterien des US Public Health Service (USPHS), die sogenannten Ryge-Kriterien, an (RYGE & SNYDER 1973, RYGE & STANFORD 1977, RYGE 1980). Jede Restauration wurde unter Verwendung einer 2-fach vergrößernden Lupenbrille mit Spiegel und Sonde (X3A-Sonde, Hu-Friedy, Leimen, Deutschland) nach den Aspekten Farbanpassung, Randschluss, Randverfärbung, anatomische Form, Oberflächentextur und Karies beurteilt. Die Beschreibung der Kriterien ist in Tabelle I zusammengefasst. Die proximale Kontaktpunktstärke wurde mittels gewachster Zahnseide (Johnson&Johnson, Norderstedt, Deutschland) überprüft. Das USPHS-Beurteilungssystem beschränkt sich auf klinisch-funktionale Ergebnisse der Gesamtfüllung. Die Kriterien sind so gewählt, dass entschieden werden kann, ob eine Füllung klinisch akzeptabel ist oder nicht. Die Bewertung mit A («Alpha») kennzeichnet ein klinisch sehr gutes bis gutes Ergebnis, während mit B («Bravo») Beurteiltes vom Idealzustand abweicht, aber klinisch akzeptabel ist. In der Gruppe der nicht akzeptab-

Tab. I Modifizierte USPHS-Kriterien

Farbe:		Anatomische Form:	
A	kein Unterschied sondierbar	A	keine Randstufe
B	geringer Unterschied	B	Stufenbildung tastbar
C	starker Unterschied	C	Stufenbildung sichtbar
		D	Freilegung von UF/Dentin
Randverfärbung:		Sensibilität:	
A	ohne	A	sensibel und beschwerdefrei
B	oberflächlich	B1	empfindlich auf Kälte
C	in die Tiefe reichend	B2	empfindlich auf Belastung
		C	Zahn desensibel
Randschluss:		Approximalkontakt:	
A	Rand intakt	A	physiologisch
B	Randspalt tastbar	B	leicht geöffnet
C	Randspalt sichtbar	C	deutlich geöffnet
D	Fraktur/Verlust der Füllung		
Oberflächentextur:			
A	glatt		
B	einzelne Rauigkeiten		
C	starke Rauigkeiten		

len Füllungen unterscheidet man zwischen einer Indikation zum «optionalen Austauschen» der Füllung (C: «Charlie») und einer Indikation zum «obligaten, sofortigen Austauschen» (D: «Delta»). Die niedrigste der zugeordneten Bewertungen wurde für die Kennzeichnung des jeweiligen Kriteriums je Füllung übernommen.

Bei der Auswertung der Bissflügelröntgenaufnahmen wurde insbesondere auf Residualkaries, zervikale Sekundärkaries, Spaltbildungen oder Luftblasen sowie Über- oder Unterschüsse geachtet.

Um eine Aussage der Nachbarzahnverletzungen bei klinischer Anwendung sonoabrasiver Halbkugelinstrumente machen zu können, wurden 15 zufällig ausgewählte Mikrokavitäten und deren Nachbarzahnfläche mit President light body (Coltène, Altstätten, Schweiz) abgeformt. Hiervon konnten 13 Abformungen ausgewertet werden. Es handelte sich ausschliesslich um «tropfenförmige Kavitäten», die approximal mit der kleinen Sonicsys-Halbkugel präpariert wurden und an eine natürliche Nachbarzahnfläche angrenzten. Es wurden Epoxymodelle hergestellt, und vor dem Durchtrennen des Modells wurde die Ausdehnung der Kavität auf die Nachbarzahnfläche übertragen. Die Nachbarzahnflächen wurden, unterteilt in ein okklusales, mittleres und zervikales Drittel, im Rasterelektronenmikroskop bei 100-facher Vergrösserung nach Verletzungsspuren abgesucht (Abb. 1 und 2). Hierbei wurden sowohl die Fläche etwaiger «Verletzungsareale» als auch die Gesamtfläche der Präparationsausdehnung mit dem Softwarepaket Quanticap (Küppers, Erlangen, Deutschland) vermessen. Die beschädigten Bereiche konnten dadurch in Prozent zur insgesamt während der Präparation bearbeiteten Fläche angegeben werden. Eine zweite Beurteilung der goldbedampften Nachbarzahnflächen fand unter einem Binokular (Vision Engineering, Emmering, Deutschland) bei 6-facher Vergrösserung statt.

Die Bewertungskriterien für beide Kontrollen sind in der nachfolgenden Tabelle II zusammengefasst.

Resultate

Insgesamt wurden 111 Klasse-II-Erstversorgungen in die Studie aufgenommen. Mit 80% lag der überwiegende Anteil der

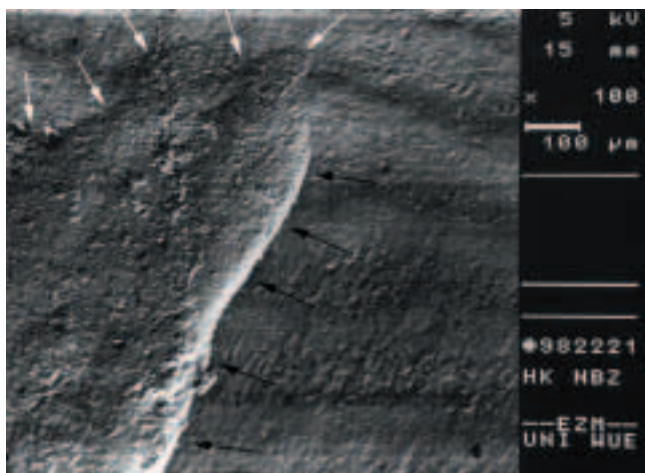


Abb. 1 REM-Darstellung einer mit Score B bewerteten Nachbarzahnverletzung. Die oberflächlich beschädigte Fläche hat im Bereich der schwarzen Pfeile einen kantigen Übergang zur Zahnoberfläche. Bei den weissen Pfeilen liegt ein glatter Übergang vor.

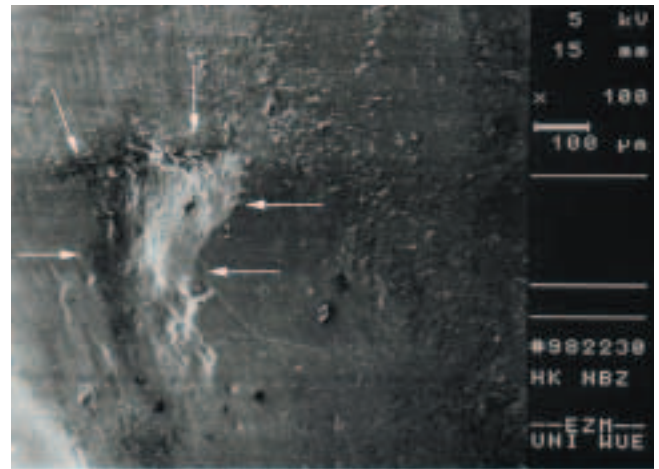


Abb. 2 REM-Darstellung einer mit Score C beurteilten Nachbarzahnverletzung. Im Bereich der Randleiste ist es zur deutlichen Beschädigung durch die Präparation mit der Halbkugel gekommen.

Tab. II Kriterien für die Bewertung der Nachbarzahnverletzung im REM und Binokular

Rasterelektronenmikroskop, 100fache Vergrösserung

Score 0	Ohne Befund, Perikymatienstruktur erhalten
Score 1	Facettenartige Veränderungen, kein Substanzverlust
Score 2	Facettenartige Veränderungen mit Randbegrenzung, minimaler Substanzverlust
Score 3	«Instrumentenspur», klinisch relevanter Substanzverlust

Binokular, 6fache Vergrösserung

Score 0	Ohne Befund
Score 1	Oberflächliche Verletzung ohne Konturveränderung
Score 2	Deutliche Verletzung mit Konturveränderung

Zugangskavitäten okklusal. In nur 7% wurden die Läsionen von lateral und in 13% direkt über den Approximalraum eröffnet.

Die kleine Halbkugel des Sonicsys micro war mit 81% alleiniger Anwendung und 11% Verwendung in Kombination mit anderen Sonoabrasivansätzen der für die approximale Präparation am häufigsten verwendete Ansatz. In 8% kam die grosse Halbkugelform alleine zum Einsatz.

Die durchschnittliche Gesamtpräparationszeit, einschliesslich der Kariesexkavation, betrug $9,2 \pm 5,4$ Minuten.

Die klinische Einschätzung der sonoabrasiven Mikropräparationen durch die Behandler ist nachfolgend zusammengefasst. Bei den drei Möglichkeiten der Einstufung – «gut», «mittel» und «schlecht» – schnitt der Aspekt Defektbezogenheit mit 94% «gut»-Bewertungen und keinen «schlecht»-Noten am besten ab. Die Zugänglichkeit zum Approximaldefekt und die Abtragungseffizienz wurden mit ca. 80% «gut» und nur ca. 2% «schlecht» ähnlich positiv beurteilt. Für die Kontrollierbarkeit der Präparation ergaben sich 64% «gute», 32% «mittlere» und 5% «schlechte» Wertungen.

Die Patienten wurden in 77% der Fälle mit Lokalanästhesie behandelt, was deren Angaben zur Schmerzempfindung bei der sonoabrasiven Instrumentierung beeinflusste und damit relativierte. In 91% wurden keine oder geringe Schmerzhaftigkeit, in 9% «mittelstarke» Schmerzen angegeben. Starke Schmerzemp-

findungen wurden nicht registriert. Zur Empfindung einer Schwingung oder Vibration wurde in 89% «nicht oder wenig», in 10% «mittelstark» und in 1% «deutlich» angegeben. Die Geräuschentwicklung wurde in 75% als unauffällig, in 10% als «mittelstark» und in 15% als «stark» bzw. «unangenehm» eingestuft.

Massnahmen zum Schutz der Nachbarzahnfläche vor iatrogenen Beschädigung kamen gemäss Angaben der Behandler nicht zur Anwendung. Zum Aspekt Nachbarzahnbeschädigung wurde eine Stichprobe von 13 Mikrokavitäten mit okklusalem Zugang bzw. deren angrenzende Zahnflächen untersucht. Im Rahmen der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung (Vergrösserung 100-fach) wurden an vier Nachbarzahnflächen keinerlei Veränderungen gefunden (Score 0). An weiteren vier Flächen wurden «facettenartige Spuren» auf der Oberfläche (Score 1), an fünf Nachbarzähnen Score-2-Veränderungen allein oder in Kombination mit Score-1-Bewertungen festgestellt. Ein Zahn wies eine Score-3-Verletzung auf. Während auch Score 2 einen sehr oberflächlichen Substanzabtrag beschreibt, wird durch Score 3 eine Verletzung mit markantem Substanzabtrag angegeben. Bei den bei 100-facher Vergrösserung gefundenen Veränderungen handelt es sich weniger um Verletzungen als vielmehr um kleinflächige Bearbeitungsspuren. Die Mittelwerte der veränderten Flächen, die in jeweils einem Drittel der beurteilten Nachbarzahnflächen (okkusal, mittig, zervikal) gefunden und aufsummiert wurden, erreichten maximal 1,3% der eigentlichen Präparationsfläche. Tendenziell wurden im okklusalen und zervikalen Drittel häufiger Veränderungen festgestellt als im mittleren Areal. Berücksichtigt man die Drittelung der Nachbarzahnflächen, so wurden 39 Bereiche untersucht. Es wurden 24-mal Score 0, 8-mal Score 1, 6-mal Score 2 und 1-mal Score 3 vergeben.

Bei der Beurteilung der Nachbarzahnfläche mittels Binokular mit 6-facher Vergrösserung wurden 6 von 13 Zähnen als völlig unversehrt beurteilt. Die verbleibenden 7 Nachbarzahnflächen wurden ausschliesslich mit Score 1 (oberflächliche Verletzung ohne Konturveränderung) bewertet. Bei dieser Auswertung waren von 39 «Drittelflächen» 27 ohne und 12 mit Veränderungen. Insgesamt wurden in dieser Untersuchung 111 Restaurationen gelegt, die sich auf 47,7% Prämolaren und 52,3% Molaren aufteilten, bzw. zu 42,4% im Unterkiefer und zu 57,6% im Oberkiefer lokalisiert waren. Zum letzten Untersuchungszeitpunkt im März 1999 waren 105 der ursprünglich 111 gelegten Füllungen klinisch erfolgreich in situ. Von den gesamten Füllungen hatten 110 die Nachkontrolle nach einem Jahr, 84 die Kontrolle

nach zwei Jahren und 10 die Untersuchung nach drei Jahren absolviert. Bis zum letzten Untersuchungszeitpunkt wurden insgesamt vier Misserfolge registriert, wovon zwei nach einem Jahr und zwei nach zwei Jahren befunden wurden (Abbildung 3). In allen vier Fällen wurde Residualkaries anhand von Bissflügelröntgenaufnahmen diagnostiziert. Diese Füllungen erschienen sonst als klinisch unauffällig. Der Röntgenbefund wurde jeweils bestätigt, indem die Kavitäten vorsichtig eröffnet und inspiziert wurden. In einem dieser Fälle wurde die Füllung nicht ersetzt, sondern nach der Exkavation mit einer okklusalen Kompositfüllung repariert. Hierbei blieb der intakte proximale Füllungsanteil in situ.

Bissflügelröntgenaufnahmen wurden im Rahmen der Nachkontrollen je nach klinischem Bedarf angefertigt. Der Grossteil der Füllungen wurde mittlerweile bei einem der Nachkontrolltermine radiologisch beurteilt, so dass die Diagnose Residualkaries für diese Versorgungen weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

Eine Restauration konnte 6 Monate nach Applikation nicht weiterverfolgt werden, da diese in eine prothetische Restauration miteinbezogen wurde. Ein weiterer Zahn frakturierte durch Fremdeinwirkung und schied ebenfalls aus der Studie aus. Beide Restaurationen wurden nicht als Misserfolge gewertet.

Die Resultate der Beurteilung nach den modifizierten USPHS-Kriterien wurden in der nachfolgenden Tabelle III zusammengefasst:

Die untersuchten Restaurationen, bei denen weder C- noch D-Kriterien vergeben wurden, können als klinisch erfolgreich bezeichnet werden. D-Kriterien wurden nicht vergeben. C-Wertungen beschränkten sich auf wenige (1,5%), stärker abweichende Farbbeurteilungen.

Die Farbabweichungen führten, da es sich um kleine Seitenzahnversorgungen handelte, nicht zur Beeinträchtigung der Ästhetik und nicht zum Austausch der Restaurationen. Die Farbanpassung der Ausgangssituation wurde direkt nach dem Legen der Füllungen bestimmt und hatte, bedingt durch die Austrocknung und Farbveränderung der natürlichen Zahnschubstanz, mit 4,9% A- und 46% B-Werten auch eine C-Beurteilung. In den weiteren Nachkontrollen lagen die A-Werte bei ca. 70% und die B-Werte bei ca. 30%. Die Kriterien Randschluss, Oberfläche und anatomische Form erhielten bei allen Untersuchungszeitpunkten deutlich über 90% A-Bewertungen. Bis auf zwei Füllungen wurden sämtliche Approximalkontakte zu den verschiedenen Zeitpunkten bei der Kontrolle mit Zahnseide als physiologisch gewertet. Bei der Zweijahreskontrolle wurden

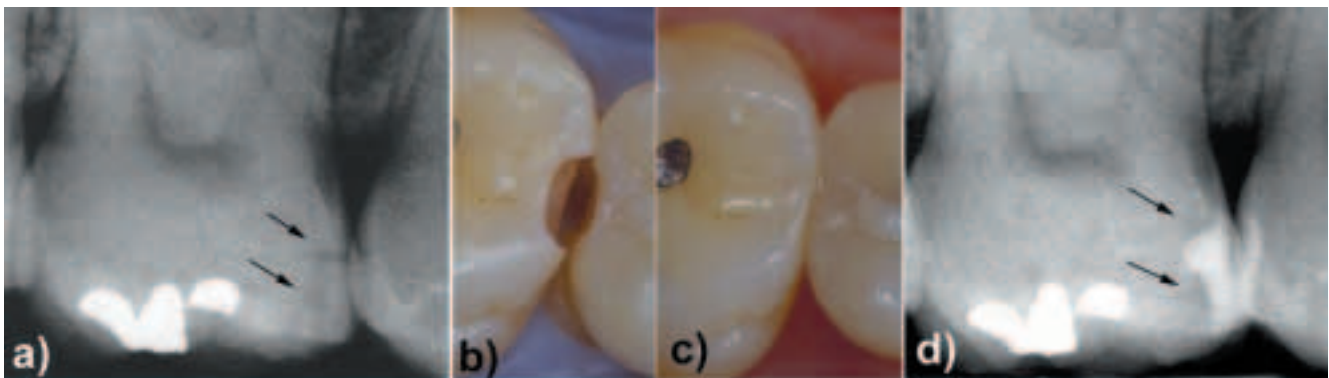


Abb. 3 (a) Ausgangsröntgenbild mit D3-Läsion an Zahn 16 mesial (Pfeile); (b) okklusale Eröffnungskavitäten mit geringer Extension an den Zähnen 16 mesial und 15 distal; (c) Situation nach Legen der Füllungen; (d) Residualkaries in der Kontrollröntgenaufnahme okkusal und zervikal nach 12 Monaten

Tab. III Resultate nach klinischer Untersuchung anhand modifizierter USPHS-Kriterien: Ausgangssituation und nach 12, 24 und 36 Monaten.

	Ausgangssituation (n=111)						Untersuchung nach 12 Mtn. (n=110)					
	A	%	B	%	C	%	A	%	B	%	C	%
Farbe	54	48,65	50	45,05	6	5,41	76	68,47	33	29,73	2	1,80
Randverfärbung	108	97,30	3	2,70	0	0,00	105	94,59	5	4,50	0	0,00
Randschluss	111	100	0	0,00	0	0,00	108	97,30	2	1,80	0	0,00
Oberfläche	110	99,10	1	0,90	0	0,00	107	96,40	3	2,70	0	0,00
Anatomische Form	109	98,20	1	0,90	1	0,90	102	91,89	8	7,21	0	0,00

	Untersuchung nach 24 Mtn. (n=84)						Untersuchung nach 36 Mtn. (n=10)					
	A	%	B	%	C	%	A	%	B	%	C	%
Farbe	57	51,35	26	23,42	2	1,80	9	8,11	0	0,00	1	0,90
Randverfärbung	82	73,87	2	1,80	0	0,00	10	9,01	0	0,00	0	0,00
Randschluss	82	73,87	2	1,80	0	0,00	9	8,11	1	0,90	0	0,00
Oberfläche	82	73,87	2	1,80	0	0,00	10	9,01	0	0,00	0	0,00
Anatomische Form	81	72,97	3	2,70	0	0,00	9	8,11	1	0,90	0	0,00

Die Bewertung der Kriterien ist als Absolutwert und in Prozent der relativen Häufigkeit dargestellt. Da die Bewertung D («Delta») in keinem Fall vergeben wurde, ist auf deren Darstellung verzichtet worden.

von zwei zuvor als korrekt eingestuften Approximalkontakten einer als «schwach» und ein weiterer als «offen» bewertet. Die Füllungen wurden unverändert belassen. Bis auf einen präoperativ endodontisch versorgten Zahn war die Sensibilitätsprobe aller Zähne kontinuierlich positiv. Sämtliche Zähne wurden als beschwerdefrei eingestuft.

Ein repräsentatives Beispiel für die angewendete Mikrorestaurationstechnik ist in Abbildung 4 dargestellt.

Diskussion

Diese In-vivo-Untersuchung befasste sich mit der klinischen Anwendung einer neu entwickelten minimalinvasiven Präparationstechnik und einer auf kleine Kavitäten ausgerichteten Füllungstechnik. Die vorgestellten Untersuchungsergebnisse wurden nach relativ kurzer Liegedauer der Restaurationen erhoben und können daher nur als Orientierung bei der Einschätzung des Verfahrens dienen.

Es wurden ausschliesslich proximale Erstversorgungen in die Studie aufgenommen. Da den teilnehmenden Zahnärzten die Wahl der sonoabrasiven Ansätze als Ergänzung zum rotierenden Instrumentarium freigestellt war, kann eine Aussage zur Bevorzugung bestimmter Ansatzformen und Kavitätengeometrien gemacht werden. Für die proximale Präparation wurde fast ausschliesslich die kleine Halbkugelform, allein oder in wenigen Fällen in Kombination mit anderen Ansätzen, angewendet. Als «Standard» wurde die «tropfenförmige Kavität» mit okklusalem Zugang und nur sehr selten der laterale Zugang gewählt. Die Möglichkeit, direkt über den Approximalraum zu eröffnen, wurde bei gegebener klinischer Situation ausgenutzt. Die Defektbezogenheit der genannten Präparationsformen und der damit verbundene schonende Umgang mit der Zahnschubstanz wurden bereits in «Phantomkopfversuchen» (HUGO et al. 1998) belegt. Fast alle klinischen Kavitäten wurden unterminierend exkaviert und die resultierenden Kavitäten vom Behandler als defektbezogen eingestuft.

Aus den Auswertungen der Behandlerfragebögen bzw. der Photographien klinischer Kavitäten können für die halbkugelförmigen

Instrumente spezifische Eigenschaften genannt werden, wie gute Abtragungseffizienz, gute Zugänglichkeit zum Approximaldefekt und individuelle Defektbezogenheit. Auch wurde eine selektive («leichtere») Präparation von demineralisiertem Schmelz bei Anwendung dieses Instrumentes beschrieben.

Die Kavitätenformen für diesen minimal invasiven Techniken sind bezüglich Randleiste und Approximalfläche auf maximale Substanzerhaltung ausgelegt. Die Übersicht und die Zugänglichkeit zur Exkavation und zum späteren Füllen der Kavität müssen allerdings gewährleistet bleiben. Die unterminierende Exkavation der Dentinkaries bei kleiner Zugangskavität ist – unserer klinischen Erfahrung nach – als anspruchsvoll einzustufen. Insgesamt sind diese Lateralkavitäten als sehr techniksensitiv einzustufen und wurden deshalb und wohl auch wegen fehlender Erfahrung mit lateralen Zugängen nur sehr selten in der Studie angewendet.

Bei den vier Misserfolgen der vorgestellten Untersuchung war Residualkaries der Grund für das Erneuern der Restaurationen. Diese Füllungen waren klinisch als unauffällig befunden worden und hatten auch keine Beschwerden verursacht. Der Zeitpunkt der Diagnosestellung hing somit von der Anfertigung der ersten postoperativen Bissflügelröntgenaufnahme ab. Die Ursache der bisherigen Misserfolge beruhte daher nicht auf einem restaurativen Versagen, sondern ist vielmehr einer erhöhten Technikempfindlichkeit bei der Kariesexkavation zuzuordnen. Dieser Arbeitsschritt sollte in fraglichen Situationen durch Kariesdetektorlösungen zum Anfärben belassener Karies zusätzlich unterstützt werden. Eine routinemässige postoperative radiologische Kontrolle der Mikrofüllungen bezüglich Kariesfreiheit erscheint uns bei der relativ geringen Häufigkeit von nur 4 von 111 Füllungen als übertrieben und nicht indiziert. Die vom jeweiligen klinischen Befund und der Kariesaktivität abhängigen Intervalle zur Anfertigung von Bissflügelröntgenaufnahmen, jeweils im Abstand von ein bis vier Jahren, dürften für eine gegebenenfalls notwendige Revision der Füllung ausreichend sein.

Verschiedene Untersuchungen zur Präparation mit der sonoabrasiven Halbkugel im Phantomkopf konnten die geringe Be-

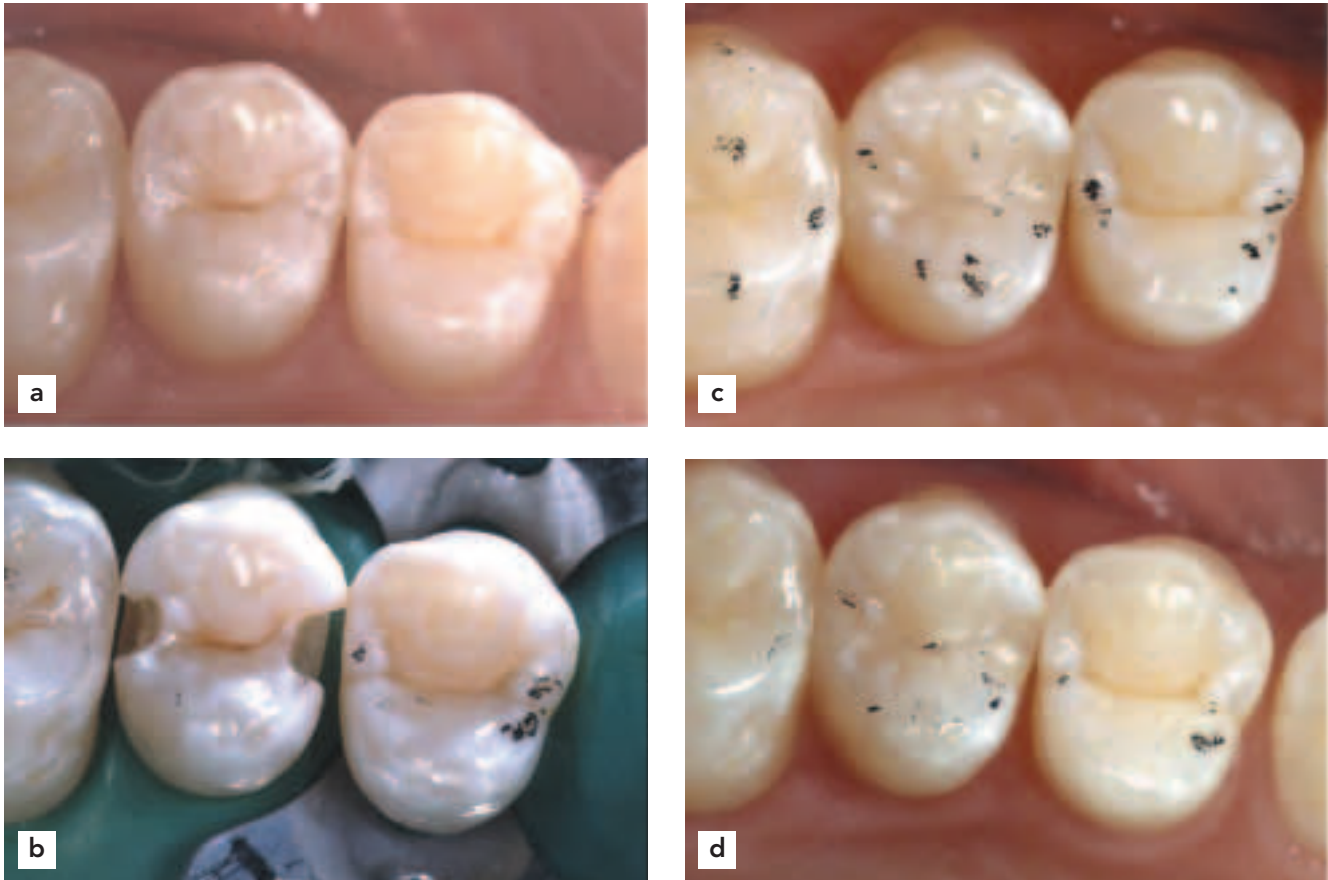


Abb. 4 (a) Ausgangssituation an Zahn 25 mit D3-Läsionen mesial und distal; (b) Präparationen von «tropfenförmigen» Kavitäten mittels kleiner Halbkugel. Die Perforation der Schmelzaussenwand wird mesial, nicht distal dokumentiert. Die Untereinierung des Dentindefektes wird mittelgradig eingestuft; (c) Kontrolle nach einem Jahr. «A»-Bewertungen. Die Füllungen wurden kombiniert mit «Spritz»- und «Stopftechnik» gelegt; (d) Kontrolle nach zwei Jahren, keine Veränderungen zum Vorbefund

schädigungsgefahr für die Nachbarzahnfläche aufzeigen (HUGO et al. 1998). Die klinische Kontrolle natürlicher Nachbarzahnflächen bestätigte anhand einer Stichprobe diese In-vitro-Ergebnisse. Wenn Veränderungen auf angrenzenden Zahnflächen gefunden wurden, waren diese sehr kleinflächig und oberflächlich. Bearbeitungsspuren bei substanzabtragenden Verfahren lassen sich auf angrenzenden Geweben nicht völlig vermeiden. Die Veränderungen dürfen allerdings nicht mit deutlichem Substanzverlust oder Aufrauung der Oberfläche mit einer nachfolgenden erhöhten Retentionskapazität für Plaque einhergehen. Klinisch relevante Veränderungen oder gar Beschädigungen wurden in unserer Studie nicht festgestellt.

Das Füllen dieser «Kleinstkavitäten» mit den Feinpartikel-Hybridkompositen Tetric Flow und Tetric Ceram wurde fast ausschliesslich nach dem «total etch»- und «total bonding»-Verfahren durchgeführt (GWINNETT 1994).

Die «Spritztechnik» mit Tetric Flow wurde in über 50% der Füllungen angewendet und entwickelte sich zur favorisierten Applikationsform. Dies stand mit der Grazilität der Kavitäten in Zusammenhang. Bei 35% der Füllungen wurde zusätzlich zum spritzbaren Komposit für die okklusale Modellation hochviskoses Material verwendet. Diese Kombinationsanwendungen waren meist bedingt durch die grösseren okklusalen Defektextensionen.

In einer Untersuchung von QVIST et al. (1990) wurde der Versorgungsgrund für 2542 zahnfarbene Restaurationen ermittelt. Bei

Erwachsenen wurden 38% der untersuchten Füllungen zur Erstversorgung von Karies gelegt. Bei Kindern war der Erstversorgungsanteil mit 68% im Milch- und 77% im bleibenden Gebiss deutlich höher. Diese Prozentzahlen verdeutlichen den hohen Stellenwert, den restaurative Verfahren zur Primärversorgung haben sollten. Der «erstversorgende» Zahnarzt beeinflusst durch sein Vorgehen (Diagnosestellung, Therapieentscheidung, Materialwahl, Kavitätenpräparation, Füllungsapplikation und Nachsorge) ganz wesentlich die weitere klinische Funktion des Zahnes. Minimalinvasive Restaurationskonzepte erlangen ihre Bedeutung vor allem bei Erstversorgungen. Eine klinische 5-Jahres-Studie von WILSON et al. (1991) zeigt, dass bei approximalen Kompositfüllungen von allen Variablen die Ausdehnung der Kavität den grössten Einfluss auf das klinische Verhalten der Restauration hatte.

Für die in den letzten Jahren immer weiter verbesserten Kompositmaterialien konnte in zahlreichen In-vivo-Studien gezeigt werden, dass sich diese auch in konventionellen Klasse-I- und -II-Kavitäten zufriedenstellend verhalten (WILSON et al. 1988, ROULET 1988, ROWE 1989, PALLESEN & QVIST 1995 J Dent Res 74: 404). Nach wie vor bestehen Bedenken bei stark beanspruchten Restaurationen (FERRACANE 1992, EL MOWAFY et al. 1994). In schmelzbegrenzten Seitenzahnkavitäten wird Hybridkomposit als geeignetes Füllungsmaterial angegeben. So wurde in einer retrospektiven 4-Jahres-Studie von GEURTSSEN & SCHOELER (1997) bei 1200 Füllungen eine Erfolgsrate von

87% ermittelt. Dieses Ergebnis stimmt mit Erfolgsraten anderer klinischer Untersuchungen, wie z.B. von BARNES et al. (1991) mit 90% (5-Jahres-Erfolgsrate) und von LUNDIN & KOCH (1989) mit 84% nach 4 Jahren, oder den Ergebnissen einer Meta-analyse von 16 Studien (LUNDIN & KOCH 1989) mit einer 5-Jahres-Erfolgsrate von 84% überein. Als Misserfolgsursachen werden nach diesem mittleren Zeitraum von 5 Jahren in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit Füllungsfrakturen, Sekundärkaries, Zahnfrakturen und pulpale Beschwerden beschrieben (GEURTSSEN & SCHOELER 1997). Langzeituntersuchungen zu Seitenzahnkompositen sind relativ selten (RASKIN et al. 1999, NORDBO et al. 1998, MAIR 1998) und müssen unter dem Aspekt betrachtet werden, dass sowohl die Materialeigenschaften als auch die Applikationstechniken von «damals» nicht mehr mit aktuellen Verfahren vergleichbar sind (RASKIN et al. 1999). Die Erfolgsraten reichen bei den oben genannten 10-Jahres-Studien von 100% klinischem Erfolg bei MAIR (1998) über 70% bei NORDBO et al. (1998) bis zu 50% Erfolg/Misserfolg bei RASKIN et al. (1999). Während Randkaries oder Füllungsfrakturen bei RASKIN et al. (1999) nicht zu den Hauptproblemen zählten, wurden die meisten Misserfolge durch kumulativen okklusalen und approximalen Materialverschleiss verursacht.

Die relativ kurze Beobachtungsdauer unserer «Erstversorgungsfüllungen» erlaubt keinen Vergleich mit den zuvor zitierten mittel- und langfristigen Untersuchungen. Zieht man andere Zweijahresstudien von kleinen bis mittelgrossen Klasse-II-Kompositfüllungen zur vergleichenden Bewertung heran, so werden dort ähnlich gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt.

Die Misserfolgsdiagnosen unserer klinischen Untersuchung zeigen, dass für die endgültige Beurteilung von kleinen Klasse-II-Kompositfüllungen Bissflügelröntgenkontrollen unverzichtbar sind. NORDBO et al. (1998) untersuchten kleine approximale Kompositfüllungen in «schüsselförmigen» Kavitäten in einem Zeitraum von bis zu 10 Jahren. Die Restaurationen wurden anhand von USPHS-Kriterien, Bissflügelröntgenaufnahmen und Modellen beurteilt. Nach einer mittleren Liegezeit von 7,2 Jahren mussten 30% Misserfolge, die sich hauptsächlich wegen zervikaler Karies oder füllungstechnischer Mängel ergaben, verbucht werden. Als verfahrenstechnische Fehler wurden mangelhafte zervikale Adaptation und unvollständige Exkavation genannt. Sie betonen die Bedeutung einer korrekten Kavitätenpräparation und erwähnen insbesondere die zervikale Schmelzabschrägung zur Vermeidung von Sekundärkaries. Als unproblematisch wurde die grazile bukkale Extension der Präparationen bewertet, da im bukkal-okklusalen Kontaktbereich nie Sekundärkaries gefunden wurde.

Die rotierend präparierten «schüsselförmigen Kavitäten» ähneln den von uns angewendeten «tropfenförmigen Präparationen», was in begrenztem Mass «Schlussfolgerungen» zum Langzeitverhalten unserer Mikroversorgungen zulässt. Nach einer Liegezeit von 10 Jahren wurde der okklusale Verschleiss der genannten Restaurationen bei NORDBO et al. (1998) als sehr gering eingestuft. Dies wurde zum Teil der zentralen Abstützung auf dem Schmelz zugeschrieben. Die partielle Erhaltung der Approximalkontakte durch zurückhaltendes Vorgehen bei der Gestaltung der schüsselförmigen Umrissform beugte einer Mesialwanderung, bedingt durch proximale Abstützung, vor. Probleme oder Misserfolge wegen fehlender Approximalkontakte wurden nicht beschrieben.

Schlussfolgerungen

- Die klinische Präparation minimalinvasiver Klasse-II-Kavitäten mit sonoabrasiven Halbkugeln wurde von den Behandlern bezüglich «Handling» und Defektbezogenheit positiv beurteilt.
 - Patienten bewerteten die sonoabrasive Präparation nicht als unangenehm; ein Anteil von 25% war durch die Geräuschentwicklung irritiert.
 - Klinisch relevante Nachbarzahnbeschädigungen konnten vermieden werden.
- Unter Berücksichtigung des relativ kurzen Beobachtungszeitraumes konnte das vorgestellte Behandlungskonzept zur approximalen Erstversorgung mit mittel- und hochviskösem Komposit als klinisch erfolgreich eingestuft werden.
- Das Belassen von unterminierender Dentinkaries war ein Risikofaktor bei dieser Versorgungsart und muss durch sorgfältiges, kontrolliertes Vorgehen bei der Exkavation ausgeschlossen werden.

Summary

HUGO B, STASSINAKIS A, HOFMANN N, HAUSMANN P, KLAIBER B: **Clinical study of class II composite restorations after sonoabrasive cavity preparation** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 111: 11–18 (2001)

This clinical trial aimed at studying the medium term performance in routine clinical practice of drop-shaped Class II resin composite restorations. 111 preparations were completed with the Sonicsys micro-tips (KaVo) and filled with either of two light-cured composites (Tetric Flow, Tetric Ceram, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) by 11 dentists in a university clinic. The restorations were evaluated after half a year and then annually, using the US Public Health Service criteria. After one to three years of service nearly all restorations were clinically successful and acceptable for continued use. In four cases, incomplete caries excavation was the cause of failure. We conclude that the drop-shaped Class-II-resin composite restoration should be considered a routine operative treatment for small proximal lesions in posterior teeth.

Résumé

Cette étude clinique avait pour but d'évaluer, à moyen terme, le comportement de micro-restaurations approximales en composite. À l'aide de Sonicsys micro-tips (KaVo), 111 cavités ont été préparées, puis obturées avec un des deux composites photopolymérisables Tetric Flow ou Tetric Ceram (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) par onze opérateurs dans le cadre d'une clinique universitaire. Les restaurations ont été évaluées après six mois, et ensuite chaque année, en appliquant les critères du Service de Santé Publique des États-Unis. Après une période d'un à trois ans, presque la totalité des obturations répondait aux critères cliniques de succès et a été jugée apte à poursuivre sa fonction. L'échec remarqué dans quatre cas était dû à l'ablation incomplète du tissu carié. En conclusion, on peut considérer les micro-restaurations approximales en composite comme une modalité thérapeutique restauratrice valable de routine en présence de petites lésions carieuses sur les dents postérieures.

Literaturverzeichnis

- BARNES D M, BLANK L W, THOMPSON V P, HOLSTON A M, GINGELL J C: A 5- and 8-year clinical evaluation of a posterior composite resin. *Quintessence Int* 22: 143–151 (1991)
- EL MOWAFY O M, LEWIS D W, BENMERGUI C, LEVINTON C: Meta-analysis on long-term clinical performance of posterior com-

- posite restorations. *J Dent* 22: 33–43 (1994)
- FERRACANE J L: Using posterior composites appropriately. *J Am Dent Assoc* 123: 53–58 (1992)
- GEURTSSEN W, SCHOELER U: A 4-year retrospective clinical study of Class I and Class II composite restorations. *J Dent* 25: 229–232 (1997)
- GWINNETT A J: Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. *Am J Dent* 7: 243–246 (1994)
- HUGO B, STASSINAKIS A, HOFMANN N, HOFFMANN O, KLAIBER B: Vergleich verschiedener Präparationstechniken und Kavitätengestaltungen zur approximalen Erstversorgung. *Dtsch Zahnärztl Z* 53: 441–447 (1998)
- LUNDIN S A, KOCH G: Class I and II composite resin restorations: a 4-year clinical follow-up. *Swed Dent J* 13: 217–227 (1989)
- LÜSCHER B, LUTZ F, OCHSENBEIN H, MÜHLEMANN H: Microleakage and marginal adaptation in conventional and adhesive Class II restorations. *J Prosthet Dent* 37: 300–309 (1977)
- MAIR L H: Ten-year clinical assessment of three posterior resin composites and two amalgams. *Quintessence Int* 29: 483–490 (1998)
- NORDBO H, LEIRSKAR J, VON DER FEHR F R: Saucer-shaped cavity preparations for posterior approximal resin composite restorations: Observations up to 10 years. *Quintessence Int* 29: 5–11 (1998)
- PORTE A, LUTZ F, LUND M R, SWARTZ M, COCHRAN M A: Cavity designs for composite resins. *Oper Dent* 9: 50–56 (1984)
- QVIST V, QVIST J, MJÖR I A: Placement and longevity of tooth-colored restorations in Denmark. *Acta Odontol Scand* 48: 305–311 (1990)
- RASKIN A, MICHOTTE-THEALL B, VREVEN J, WILSON N H F: Clinical evaluation of a posterior composite 10-year report. *J Dent* 27: 13–19 (1999)
- ROULET J-F: The problems associated with substituting composite resins for amalgam: A status report on posterior composites. *J Dent* 16: 101–113 (1988)
- ROWE A H R: A five-year study of the clinical performance of a posterior composite resin restorative material. *J Dent* 17: 6–9 (1989)
- RYGE G, SNYDER M: Evaluating the clinical quality of restorations. *J Am Dent Ass* 87: 369–377 (1973)
- RYGE G, STANFORD J W: Recommended format for protocol for clinical research program. Clinical comparison of several anterior and posterior restorative material. *Int Dent J* 27: 46–50 (1977)
- RYGE G: Clinical criteria. *Int Dent J* 30: 347–358 (1980)
- WILSON N H F, WILSON M A, WASTELL D G, SMITH G A: A clinical trial of a visible light cured composite resin restorative material: Five-year results. *Quintessence Int* 19: 675–681 (1988)
- WILSON, N H F, WILSON, M A, WASTELL, D G, SMITH, G A: Performance of Occlusion in butt-joint and bevel-edged preparations: Five-year results. *Dent Mater* 7: 92–98 (1991)