

Methoden zur Diagnose und Verlaufsdia­gnose der Karies

Wann bohren?

Adrian Lussi

Klinik für Zahnerhaltung, Universität Bern

Prof. Dr. Dr. h. c. André Schroeder
zu seinem 80. Geburtstag gewidmet

Gemeinsame Produktion der Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift und der Schweizer Monatschrift für Zahnmedizin

Schlüsselwörter:

Diagnose, Fissurenkaries, Approximalkaries, Glattflächenkaries

Korrespondenzadresse:

Klinik für Zahnerhaltung, PD Dr. A. Lussi
Freiburgstrasse 7, CH-3010 Bern

(Texte français voir page XX)

Einleitung

Die Zähne sind in der Mundhöhle De- und Remineralisationszyklen ausgesetzt. Sofern die Remineralisation überwiegt, bleiben sie nicht nur intakt, sondern verlieren durch die abwechselnden Zyklen unter anderem ihre Porosität und werden gegen Säureangriffe resistenter. Überwiegt hingegen die Demineralisation, bedingt durch die Ionen­zusammensetzung bzw. den Sättigungsgrad der den Zahn umgebenden Flüssigkeit, werden die wasser­gefüllten Poren zwischen den Apatitkristallen erweitert. Das Porenvolumen kann bis auf 50% zunehmen, ohne dass makroskopisch ein Einbruch der Oberfläche sichtbar wäre. Bei entsprechender Änderung der Ernährung und der oralen Hygiene verbunden mit optimaler Fluoridzufuhr kann das Fortschreiten einer Läsion verhindert oder diese remineralisiert werden.

Die frühzeitige Diagnose der kariösen Veränderung der Zahnhartsubstanz ist wichtig, damit die richtigen Prophylaxemassnahmen eingeleitet werden können. Eine präzise Kariesverlaufsdia­gnose ermöglicht dann, das weitere Vorgehen zu bestimmen. Moderne Hilfsmittel oder Methoden zum Erkennen kariöser Läsionen, die auch zur Kariesverlaufsdia­gnose brauchbar sein

Jede Zahnärztin und jeder Zahnarzt ist täglich mit der Kariesdiagnostik konfrontiert. Eine frühzeitige Dia­gnose kariöser Veränderungen der Zahnhartsubstanz ist wichtig, damit rechtzeitig notwendige Prophylaxemassnahmen eingeleitet werden können. Eine präzise Kariesverlaufsdia­gnose ermöglicht dann, das weitere Vorgehen zu bestimmen, d.h. Prävention oder Restauration. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Übersicht der Methoden zur Diagnostik und Verlaufsdia­gnose der Kronenkaries zu geben. Ferner werden allgemeine Hinweise beschrieben, unter welchen Umständen invasiv vorgegangen werden muss und wann Prävention die richtige Lösung ist.

sollen, müssen mindestens folgende Bedingungen erfüllen:

- Die neue Methode muss quantitativ und objektiv sein und präziser als herkömmliche Methoden.
- Sie muss Karies im Anfangsstadium aufdecken können, damit eine Remineralisation noch möglich ist. Ein Rückschluss auf die Kariesaktivität ist so frühzeitig möglich.
- Die neue Methode sollte leicht erlernbar und gleich schnell oder nicht viel langsamer als die herkömmlichen sein.
- Die Methode muss reproduzierbar sein, eine gute Übereinstimmung zwischen verschiedenen Anwendern ist zudem wünschenswert.
(Eine weitere unabdingbare Voraussetzung, die hier nicht besprochen wird, ist die Mitarbeit des Patienten.)

Die Okklusalkaries

Die Okklusalfläche ist bei Kindern und Jugendlichen am meisten von Karies betroffen. Je nach Karieshäufigkeit des Individuums ist ihr Anteil an der gesamten Karies unterschiedlich, kann aber bis zu 90% der gesamten Karieserfahrung ausmachen (STEINER et al. 1994). Die Gründe für die hohe Karies-

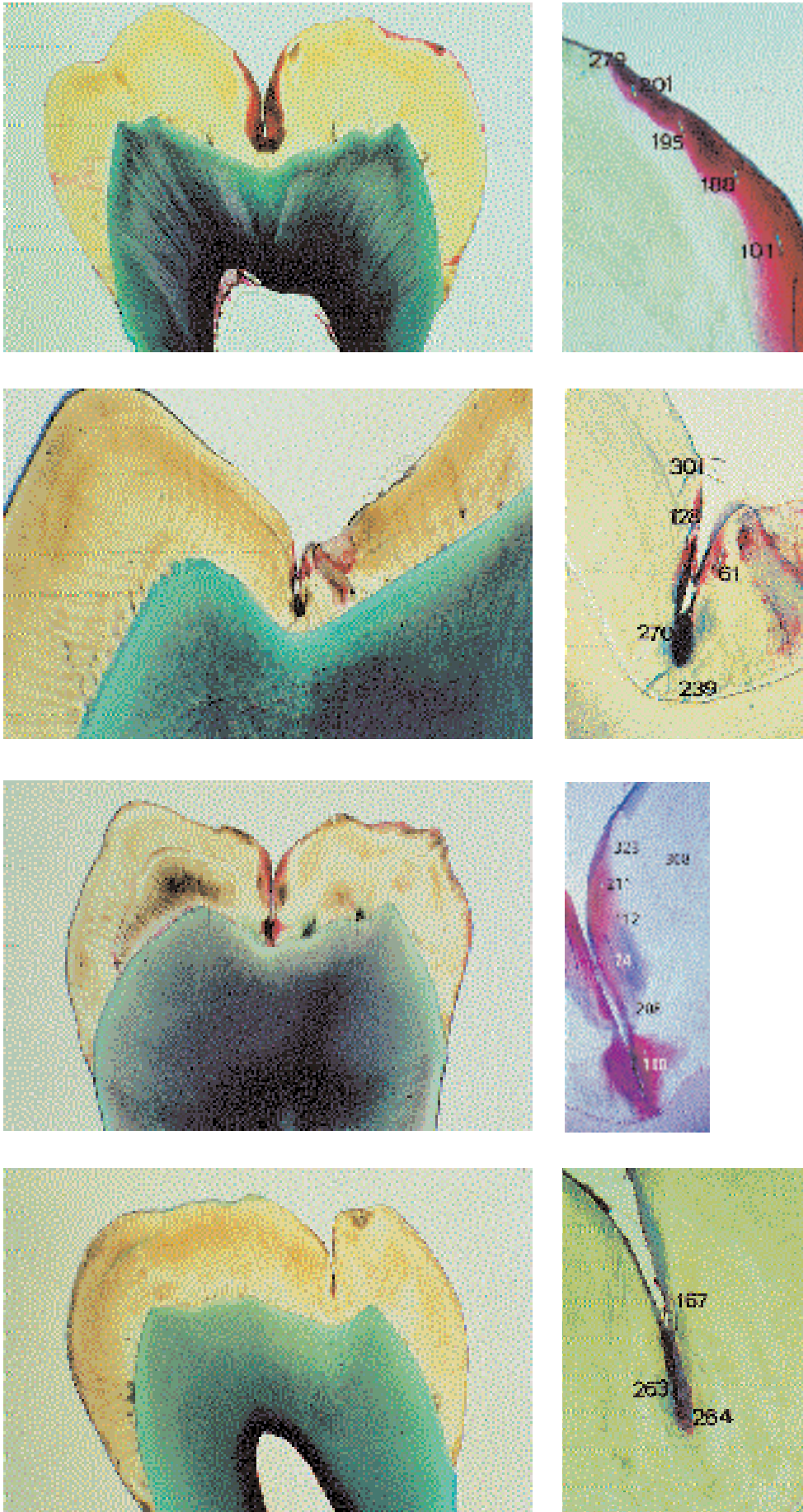


Abb. 1 Längsschnitte durch Zähne, die die verschiedenen Fissurenformen deutlich zeigen. Die Härtegrade nach Knoop sind ein Mass für die Demineralisation (a-c) oder die noch nicht vollständige Maturation (d). Härtegrade nach Knoop für gesunden, maturierten Schmelz betragen 300-330.

Fig. 1 Coupes longitudinales de dents illustrant clairement les différentes morphologies des fissures. Les degrés de dureté selon Knoop servent d'étalon de la déminéralisation (a-c) ou la maturation pas encore complétée (d). Pour l'émail sain, les degrés de dureté selon Knoop s'élèvent à 300-330.

Tab. I Spezifitäten und Sensitivitäten verschiedener Methoden für die Diagnostik der Okklusalkaries (LUSSI 1993, LUSSI et al. 1995, LUSSI 1996)

Zähne ohne Karies oder mit Schmelzkaries		Spezifität (%)	
Visuell	(26 Zahnärzte)	93	
Visuell und Sonde	(23 Zahnärzte)	93	
Visuell und Lupe	(26 Zahnärzte)	89	
Bissflügel-Röntgen	(24 Zahnärzte)	83	
Visuell und Bissflügel	(10 Zahnärzte)	87	
Elektrischer Widerstand		77	

Zähne mit Dentinkaries		Sensitivität (%)	
		keine Kavität	mit Kavität
Visuell	(26 Zahnärzte)	12	62
Visuell und Sonde	(23 Zahnärzte)	14	82
Visuell und Lupe	(26 Zahnärzte)	20	75
Bissflügel-Röntgen	(24 Zahnärzte)	45	79
Visuell und Bissflügel	(10 Zahnärzte)	49	90
Elektrischer Widerstand		93	–

prävalenz in den Fissuren wurden in einer früheren Arbeit beschrieben (LUSSI et al. 1995). Es sind dies die generell erhöhte Kariesanfälligkeit des noch nicht gereiften Schmelzes, vor allem in der Durchbruchphase der Molaren und die in dieser Phase erhöhte Plaqueakkumulation wegen erschwelter Reinigung durch den Patienten und fehlende Reduzierung der Plaque durch Antagonistenkontakt (CARVALHO et al. 1989). Ein weiterer sehr wichtiger Punkt ist die ungünstige Fissurenmorphologie, die eine Reinigung vieler Fissuren respektive Fissurenbereiche unmöglich macht (KÖNIG 1963, NEWBRUN et al. 1959). Sehr oft finden sich deshalb in den Fissuren entkalkte Bereiche (Abb. 1). Die Diagnostik wird erschwert, da sich unter einer scheinbar intakten Oberfläche Dentinkaries befinden kann. Weiter ist zu bemerken, dass die oft zu beobachtende Verfärbung der Fissuren nicht unbedingt ein gutes Kriterium für Karies ist, da diese Verfärbung vor allem bei Erwachsenen exogener Natur sein kann (VERDONSCHOT et al. 1992). In einer eigenen Untersuchung (LUSSI 1993) an 63 Zähnen von Erwachsenen mit makroskopisch intakter Oberfläche (22 gesunde Zähne, 13 Zähne mit Schmelzkaries und 28 Zähne mit Dentinkaries) zeigten nur 40% der braun verfärbten Fissurenstellen eine Kariesextension bis ins Dentin. Insbesondere wurde in 83% der gesunden Zähne unter einer dunkel verfärbten Fissur irrtümlicherweise Dentinkaries vermutet (Spezifität = 17%). Es besteht deshalb die beträchtliche Gefahr, dass der Zahn eröffnet wird, obwohl unter Umständen eine Fissurenversiegelung oder allgemeine präventive Massnahmen die richtige Therapie darstellen würden. Ein deutlich weiss entkalkter Fissurenabhang, der nur bei guter Trocknung sichtbar ist und auch in Kombination mit brauner Verfärbung vorkommen kann, ist hingegen ein sicherer Hinweis auf Karies. In der oben erwähnten Untersuchung war diese weisslich opake Verfärbung in 65% der Fälle mit einer richtigen Entscheidung bezüglich Dentinkaries verbunden. Die falsche Diagnose «Dentinkaries» wurde «nur» noch in 40% der Fälle gestellt. MARTHALER und Mitarbeiter (MARTHALER et al. 1990) konnten zeigen, dass nicht verfärbte Fissuren bei Fehlen anderer Verdachtsmomente keine weitere Überprüfung der vermuteten Kariesfreiheit erfordern. Tabelle I gibt eine Übersicht der Spezifitäten und Sensitivitäten verschiedener herkömmlicher Methoden und einer neuen Methode für die Diagnose der Fissurenkaries (LUSSI 1993, LUSSI et

al. 1995, LUSSI 1996). Die herkömmlichen Methoden wurden in einem In-vitro-Versuch, also unter optimalen Bedingungen, mit bis zu 26 Zahnärzten (Praktiker und Uniassistenten) getestet. Die neue Methode, die Messung des elektrischen Widerstandes, wurde in vivo – vor der Extraktion des Zahnes – angewendet. Um die Validität der herkömmlichen Methoden abzuschätzen, wurden 100 Zähne diagnostiziert. Dreissig Zähne waren gesund oder hatten Schmelzkaries, 37 Zähne wiesen eine Kavität auf, wobei 31 Zähne bis ins Dentin kariös waren. Die verbleibenden 33 Zähne zeigten in der histologischen Untersuchung ebenfalls Dentinkaries, wobei hier aber kein makroskopisch sichtbarer Oberflächeneinbruch feststellbar war. Diese Gruppe repräsentierte die bei Jugendlichen etwa bei 10–30% (CREANOR et al. 1990, KIDD et al. 1992, LUSSI et al. 1997, WEERHEJIM et al. 1992) der Molaren vorkommende «hidden» (maskierten) Karies, die sehr schwierig zu diagnostizieren ist.

Die Spezifität, die Fähigkeit also, gesunde Zähne als gesund zu erkennen, bewegte sich bei allen herkömmlichen Methoden in einer ähnlichen Grössenordnung (87%–93%), was bedeutet, dass nur wenig Zähne ohne Karies oder mit Schmelzkaries falsch diagnostiziert werden und unter Umständen irrtümlicherweise eröffnet werden. Bei der heutigen kleinen Kariesprävalenz ist diese Eigenschaft eines Tests wichtig: Zähne, die dank adäquater Prävention über Jahre unversorgt belassen werden können, sollten nicht restaurativ behandelt werden.

Die Sensitivität bewegte sich bei Zähnen mit sichtbarer Kavität zwischen 62%–90%, wobei auch hier kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Methoden bestand. Signifikant schlechter waren jedoch die diagnostischen Fähigkeiten, Zähne mit Dentinkaries und makroskopisch intakter Oberfläche («hidden caries») zu erkennen. Nur 12%–20% betrug hier die Sensitivität bei direkter klinischer Inspektion. Der höhere Wert von 20% wurde gefunden, wenn zusätzlich eine Lupe verwendet wurde. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob eine individuell angepasste Lupenbrille eine weitere Verbesserung ermöglichen kann. Bei Zuhilfenahme von Bissflügel-Röntgenbildern war die Sensitivität signifikant erhöht ($\geq 45\%$). Es geht aus diesen Untersuchungen deutlich hervor, dass der zusätzliche Gebrauch einer Sonde keine Verbesserung in der Diagnostik bringt. Sondieren mit Druck hat zudem den Nachteil, dass oberflächlich entkalkte Schmelzanteile zerstört werden, was zu einer beschleunigten Kariesprogression führen kann (VAN DORP et al. 1988, YASSIN 1995). Die Sensitivität, die Fähigkeit also, kranke Zähne (mit Dentinkaries) als krank zu erkennen, ist bei

Tab. II Übereinstimmung und Reproduzierbarkeit verschiedener Methoden zur Diagnostik der Fissurenkaries bei gesunden und kariösen Zähnen (LUSSI 1993, LUSSI et al. 1995, LUSSI 1996)

	Übereinstimmung zwischen Zahnärzten		Reproduzierbarkeit	
	keine Kavität	mit Kavität	keine Kavität	mit Kavität
Visuell	18% ¹	61% ²	49% ²	51% ²
Visuell und Sonde	24% ¹	45% ²		–
Visuell und Lupe	18% ¹	39% ²		–
Bissflügel-Röntgen	45% ²	84% ³	55% ²	67% ²
Visuell und Bissflügel	46% ²	85% ³		–
Elektrischer Widerstand	95% ³	–	85% ³	–

¹ Diese Werte bedeuten ungenügende Übereinstimmung.

² Mässige Übereinstimmung

³ Sehr gute Übereinstimmung

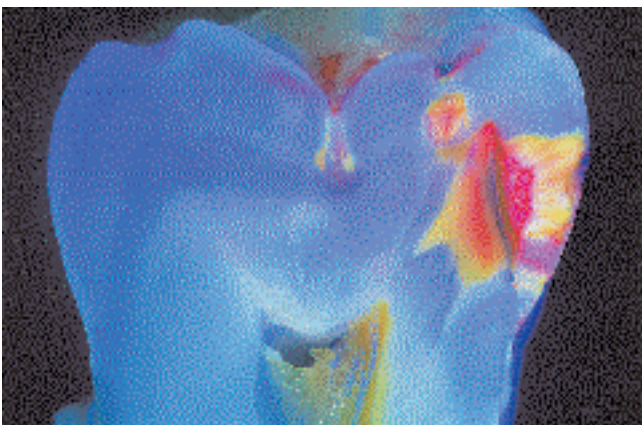
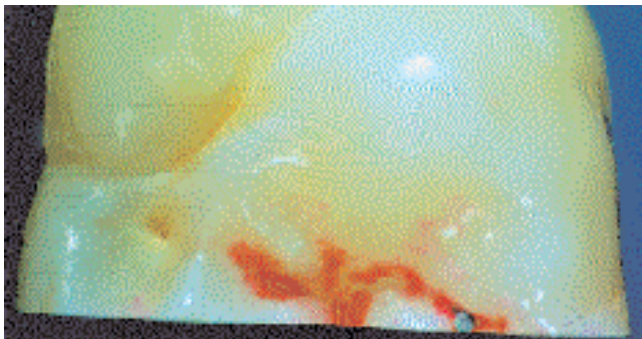
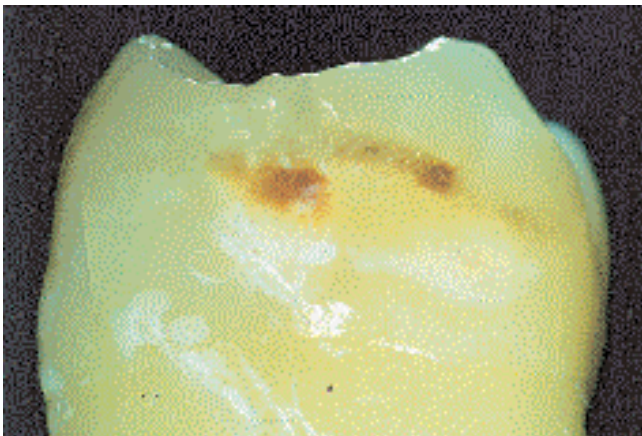
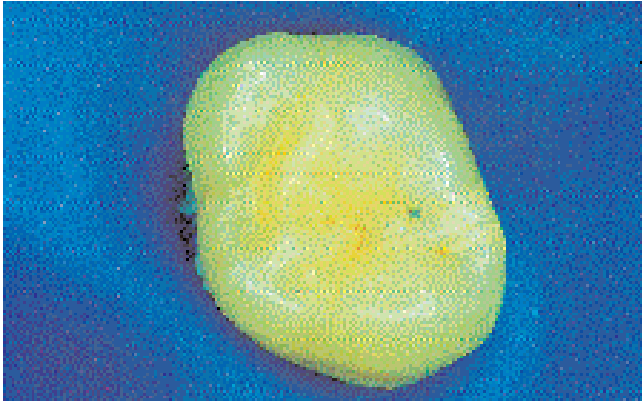


Abb. 2 Okklusal- und Approximalansicht eines Zahnes (a, b) und Längsschnitt (d) in der im Bild c) dargestellten Lage. Die Extension der Karies ist deutlich sichtbar.

Fig. 2 Vue occlusale et interproximale d'une dent (a, b) et coupe longitudinale (d) de la situation présentée dans l'illustration (c). L'extension de la carie est clairement visible.

Zuhilfenahme von Bissflügel-Röntgenbildern verbessert. In diesem Zusammenhang erwähnenswert ist die Tatsache, dass mit Röntgenbildern nur Okklusalkaries erkennbar ist, die ins Dentin vorgedrungen ist. Eine Karies, die im Röntgenbild sichtbar ist, ist signifikant mehr mit Laktobazillen und Mutans-Streptokokken infiziert als eine nicht röntgensichtbare Karies (RICKETTS et al. 1995). Im Röntgenbild sichtbare Dentinkaries wird heute deshalb auch bei intakter Oberfläche im allgemeinen eröffnet und restaurativ versorgt, wenn möglich im Sinne einer erweiterten Fissurenversiegelung.

Die beschriebenen Grössen «Spezifität» und «Sensitivität» geben Hinweise für die Güte eines Testes, was unter anderem für epidemiologische Fragestellungen wichtig ist. Es ist wichtig zu wissen, welcher Prozentsatz gesunder oder kranker Individuen einer Gruppe durch eine Testmethode richtig erkannt wird. Für den Zahnarzt wäre es hingegen interessant zu wissen, ob man mit einem Test den Zustand der Zähne eines bestimmten Patienten richtig erkennt. Wichtig für das weitere Vorgehen ist es, die Wahrscheinlichkeit zu kennen, ob bei der Diagnose «Dentinkaries» auch Dentinkaries vorliegt und umgekehrt, ob bei der Diagnose «keine Karies» auch keine Karies vorliegt. Diese positiven respektive negativen Vorhersagewerte sind einerseits von der Sensitivität und Spezifität der Testmethode und vom Diagnosevermögen des Zahnarztes, andererseits auch von der Prävalenz der Erkrankung abhängig. Die herkömmlichen Methoden zeichnen sich unter Berücksichtigung der kleinen Kariesprävalenz durch einen relativ hohen negativen Vorhersagewert und durch einen kleinen positiven Vorhersagewert aus. Das Gesagte bedeutet, dass insbesondere bei den herkömmlichen Methoden und Zähnen ohne Kavität selten die Entscheidung «Karies» richtig sein wird.

Diese sowie die übrigen Grössen für die Spezifität und Sensitivität hängen ausserdem von der Auswahl der Zähne der jeweiligen Untersuchung ab, sie sind deshalb nicht als absolute, sondern nur als relative Werte zu interpretieren; die beträchtlichen Unterschiede in den diagnostischen Fähigkeiten existieren jedoch auch bei anderer Verteilung gesunder und kranker Zähne und auch dort zeigt es sich, dass Sondieren keine besseren Ergebnisse in der Diagnostik ermöglicht (LUSSI 1991).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die herkömmlichen Methoden zu wenig objektiv und quantitativ sind, als dass sie für die Kariesverlaufdiagnose geeignet wären.

Eine weitere der genannten Voraussetzungen ist die Reproduzierbarkeit der diagnostischen Hilfsmittel. Tabelle II gibt eine Übersicht der Übereinstimmung zwischen erster und zweiter Untersuchung (= Reproduzierbarkeit) sowie die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Zahnärzten. Die Möglichkeit einer zufälligen Übereinstimmung wurde mathematisch mit der Kappa-Statistik berücksichtigt. Die Reproduzierbarkeit der klinischen Inspektion und der Befunderhebung mittels Bissflügelaufnahmen ist zu schlecht, als dass eine Kariesverlaufdiagnose möglich wäre. Nur die Messung des elektrischen Widerstandes zeigt eine sehr gute Reproduzierbarkeit. Der elektrische Widerstand des Zahnes ist abhängig von seinem Zustand (ROCK & KIDD 1988). Gesunder Schmelz wie auch gesundes Dentin, die sehr gute Isolatoren sind, verlieren diese Eigenschaft, wenn sie zerstört und durch ein besser leitendes Medium ersetzt werden. Der Widerstand zwischen Zahnoberfläche und einer Elektrode in der Mundhöhle oder in der Hand wird kleiner, was bei der Kariesdiagnostik mit dem elektrischen Kariesmeter ausgenützt wird. Die Messung des elektrischen Widerstandes (ECM) ist eine Methode, die vor allem bei Läsionen mit intakter Oberfläche gut zu gebrauchen ist

Tab. III Anteile der Approximalfächen mit Einbruch der Oberfläche in Abhängigkeit des Bissflügel-Röntgenbild-Befundes (PITTS & RIMMER 1992)

Röntgenbefund	Milchzähne (%)	Permanente Zähne (%)
Keine Aufhellung (D0)	–	–
Aufhellung bis zur Hälfte der Schmelzdicke (D1)	2,0	–
Aufhellung bis zur Schmelz-Dentingrenze (D2)	2,9	10,5
Aufhellung bis zur Hälfte der Dentindicke (D3)	28,4	40,9
Aufhellung bis zur inneren Hälfte des Dentins (D4)	95,5	100

und in der Zukunft in der täglichen Praxis vermehrt gebraucht werden wird. Die Sensitivität war unter In-vivo-Bedingungen je nach Untersuchung zwischen 93%–96% und damit signifikant grösser als bei den herkömmlichen Methoden. Die Spezifität war mit 71%–77% kleiner als bei der Inspektion (LUSSI et al. 1995, VERDONSCHOT et al. 1992). Die relativ kleinen Werte für die Spezifität bedeuten, dass zwischen 23%–29% der gesunden Zähne irrtümlich als krank beurteilt und unter Umständen operativ behandelt werden. Die positiven und negativen Vorhersagewerte sind bei dieser Methode höher als bei den herkömmlichen, aber immer noch nicht optimal. Da der negative Vorhersagewert – die Wahrscheinlichkeit, dass bei negativem Test keine Karies vorliegt – bei den herkömmlichen Methoden über 90% liegt und damit höher ist, sollte zuerst der Zahn nach Trockenlegung visuell begutachtet werden und erst bei Zweifel bezüglich Extension der Karies die elektrische Methode – als zweites Standbein – angewendet werden. Damit wird erreicht, dass einerseits die Vorteile der höheren Spezifität und Geschwindigkeit der klinischen Diagnose mit den Vorteilen dieses Gerätes (hohe Sensitivität) kombiniert werden können. Die hohe Reproduzierbarkeit (Tab. II) ermöglicht es ferner, diese Messung zur longitudinalen Beobachtung einer kariösen Stelle zu gebrauchen und dadurch Hinweise auf den Erfolg einer Intensivprophylaxe zu geben. Eigene entsprechende intensivierte Prophylaxemassnahmen hatten zur Folge, dass auch Dentinkaries bei intakter Oberfläche und ohne Aufhellung im Röntgenbild über Jahre nicht weiter fortschreitet. Eine weitere Möglichkeit, die kariöse Ausdehnung schon im Frühstadium zu erfassen, sind Lichtsysteme, die die unterschiedliche Streuung und/oder Fluoreszenz von gesunder und entkalkter Zahnhart-

substanz messen können. Ein jetzt verfügbarer Laser (Diagnost) zeigt ähnlich gute Werte wie der elektrische Kariesmeter, ist aber im Gebrauch einfacher als dieser.

Die Approximalkaries

Die in der Einleitung genannten Bedingungen für moderne Hilfsmittel zur Diagnose und Verlaufsdia­gnose der Karies gelten sinngemäss auch für die Approximalkaries, wobei hier die besondere topographische Lage die Diagnostik erschwert. Zur Diagnose der Approximalkaries können die klinische Untersuchung, Bissflügel-Röntgenbilder und Fiberoptiktransillumination herangezogen werden. Die klinische Untersuchung mit Sonde ist schwierig. Nur etwa jede dritte manifeste Dentinkaries wird klinisch auch erkannt (MEJARE et al. 1985, PEERS et al. 1993).

Besonders schwierig ist es festzustellen, ob die Oberfläche eingebrochen ist (Abb. 2). Das Erkennen des Oberflächeneinbruchs ist hingegen wichtig, um zu entscheiden, ob intensivierte Prävention oder eine invasive Therapie notwendig ist. Nur bei intakter Oberfläche kann mit intensiverer Prophylaxe ein Stillstand der Progression oder unter Umständen eine Remineralisation erwartet werden. Eine direkte Methode, Kavitation der Approximalfäche zu erkennen, besteht in der Verwendung eines orthodontischen Separiergummis, welcher vor der Diagnose für einige Tage in situ belassen wird. Diese Methode wurde auch angewendet, um den Zusammenhang zwischen Extension im Bissflügel-Röntgenbild und Kavitation zu erfassen. Zu diesem Zweck wur-

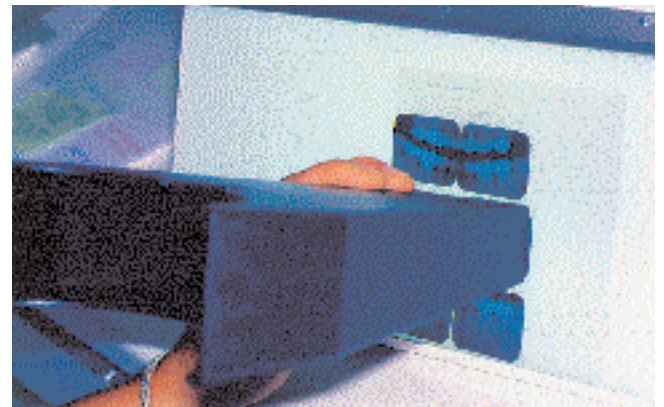


Abb. 3 Röntgenbetrachter (Vergrösserung 2,5×), der vor seitlichen Lichteinflüssen schützt (X-Scope)

Fig. 3 Appareil pour la lecture des radiographies (agrandissement 2,5×); il protège des influences gênantes de la lumière latérale (X-Scope).

Tab. IV Die Bewertung der Kariesaktivität (mod. nach LAGERLÖF & OLIVEBY 1996, VON OHLE & REICH 1997)

Diagnose	Klinische Befunde		
	bisheriger Kariesbefall	Verlauf bestehender Läsionen	Erscheinungsbild und Lokalisation der Läsionen
kariesinaktiv	keine neuen Läsionen	keine Veränderung bestehender Läsionen	gesund, inaktive Schmelzkaries (Oberfläche glänzend)
kariesaktiv	1–3 neue kariöse Läsionen während des letzten Jahres	Progression bestehender Läsionen Röntgenbild!	aktive Schmelz- und/oder Dentinkaries an typischen Kariesprädispositionsstellen
hohe oder sehr hohe Kariesaktivität	≥ 4 neue kariöse Läsionen während des letzten Jahres	rasch fortschreitende, radiologisch gut erkennbare Vergrösserung bestehender Läsionen	aktive Schmelz- und/oder Dentinkaries der Glattflächen lingual und der Unterkieferfrontzähne

den 1468 Approximalfächen bleibender Zähne und 756 Approximalfächen von Milchzähnen untersucht (PITTS & RIMMER 1992). Sie zeigte, dass nur 11% der Approximalfächen bleibender Zähne mit einer Aufhellung auf der Bissflügelaufnahme bis zur Schmelz-Dentin-Grenze eine eingebrochene Oberfläche hatten; dieser Prozentsatz betrug 41%, sofern im Röntgenbild eine Aufhellung bis ins Dentin zu sehen war (Tab. III). Ähnliche Werte ergab eine andere Untersuchung (THYLSTRUP et al. 1986), obwohl dort der Anteil eingebrochener Oberflächen, vor allem bei Zähnen mit Aufhellung bis ins Dentin um 10% höher war. Dieser Unterschied könnte mit verschiedenen Untersuchungsmethoden oder verschiedenen Kariesaktivitäten zusammenhängen. Es wurde nämlich gezeigt (LUNDER & VAN DER FEHR 1996), dass kariesaktive Patienten (in dieser Untersuchung als solche mit mindestens 6 neuen Läsionen in 3 Jahren definiert) signifikant mehr eingebrochene Approximalfächen als kariesinaktive Patienten zeigten. Dieser Parameter muss deshalb bei einem adäquaten Prophylaxe- und/oder Therapieregime beachtet werden.

Es ist weiter wichtig, sich vor Augen zu halten, dass die Penetration der Karies durch den Schmelz Jahre dauern kann, sofern die Hygiene, die Ernährung, die Speichelgrößen, Fluoridzufuhr und andere Parameter entsprechend sind (LUSSI et al. 1995, MARTHALER & WIESNER 1973, SHWARTZ et al. 1984). Die Beurteilung der Penetrationsgeschwindigkeit ist möglich, wenn neu erstellte Röntgenbilder mit alten, vorhandenen verglichen werden. Röntgenbilder sollten möglichst standardisiert aufgenommen, entwickelt und betrachtet werden. Um Überlappungen im Approximalebereich zu minimieren, wird ein Röntgenhalter empfohlen. Die Röntgenbilder sollten unter Vergrößerung und isoliert von seitlichen Lichteinflüssen betrachtet werden (Abb. 3). Bei der oft vorkommenden horizontalen Abweichung der Projektionsrichtung kann auf dem Röntgenbild Schmelzkaries in den Dentinbereich projiziert werden, was unter Umständen zu einer falsch positiven Diagnose führt. Es wird deshalb gefordert, eine Aufhellung im Dentin nur bei eindeutig festgestellter Aufhellung im Schmelzbereich invasiv zu behandeln (MILEMAN et al. 1992) oder in Zweifelsfällen andere moderne Methoden hinzuzuziehen. Das Intervall hängt unter anderem vom individuellen Kariesrisiko ab: Patienten mit hohem Kariesrisiko sollten ungefähr jedes Jahr, solche mit sehr kleinem Risiko etwa alle 2–4 Jahre geröntgt werden. Bei Kindern mit Wechselgebiss ist ein Röntgenbild oft nicht nötig, da die direkte Inspektion möglich ist (DE VRIES et al. 1990). Ferner ist zu beachten, dass Patienten mit kleinem Kariesrisiko zu einem späteren Zeitpunkt ein höheres Kariesrisiko haben können. Heute werden neben den herkömmlichen Röntgenfilmen empfindlichere (Ektaspeed plus, Agfa Dentus M2 Comfort) angeboten, die etwa eine Halbierung der Belichtungszeit gestatten, ohne dabei bezüglich der Diagnostik schlechtere Ergebnisse zu erzielen (HINTZE et al. 1994, THUNTHY & WEINBERG 1995). Eine weitere signifikante Reduktion der Strahlenbelastung wäre bei Verwendung der modernen digitalen Systeme möglich. Bezüglich der Kariesdiagnostik gibt es widersprüchliche Berichte: Während die meisten Arbeiten gleiche diagnostische Wertigkeit feststellen, geben andere schlechtere Ergebnisse bei Verwendung der modernen Systeme für die Diagnostik der Approximal- und Okklusalkaries an (RUSSEL & PITTS 1993, SCHMAGE et al. 1996, SVANAES et al. 1996, WENZEL et al. 1991).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es kein fixes Röntgenintervall gibt und dass ein Röntgenscreening nicht angebracht ist. Vielmehr soll zuerst die genaue klinische Inspektion vorgenommen werden, damit anschliessend an vermutlich kariösen Approximalfächen eine überlappungsfreie Bissflügelaufnahme hergestellt werden kann.

Fiberoptiktransillumination (FOTI) kann als zusätzliches Hilfsmittel genutzt werden (CHOKSI et al. 1994, PIEPER & SCHURADE 1987, STEPHEN et al. 1987), vor allem bei Frontzähnen und bei Approximalfächen, bei denen keine Beeinträchtigung durch benachbarte nicht zahnfarbene Füllungen vorhanden ist. Die Sensitivität zur Erkennung von Dentinkaries bei Verwendung einer speziellen Fiberoptik betrug 67% (PEERS et al. 1993) und war damit um (statistisch nicht signifikante) 8% höher als die bei Verwendung der Bissflügelaufnahme. Die entsprechenden Werte für die Spezifität betragen 97% für FOTI, 96% für Bissflügelnahmen und 99% für die Inspektion. Es ist zu erwähnen, dass die genannten guten Werte mit der Fiberoptiktransillumination nur möglich sind, wenn die Methode unter Anleitung gelehrt und über mehrere Wochen geprüft und vertieft wird (PINE 1996).

Die Glattflächenkaries

Bukkale und orale Glattflächenkaries ist heute in der Schweiz, Deutschland und anderen europäischen Ländern selten. Sie schreitet bei guter Hygiene langsam voran und remineralisiert sehr gut, was in der klassischen Studie von BACKER-DIRKS gezeigt wurde: Nach 7-jähriger Beobachtungszeit und guter Mundhygiene remineralisierten über die Hälfte der Initialläsionen («Kreideflecken») so weit, dass sie in der Zweituntersuchung als gesund eingestuft wurden (Tab. V). Neben der Remineralisation ist eine Remission der Entkalkungen durch abrasive Prozesse nicht auszuschliessen. Sofern eine Progression der Initialkaries zu befürchten ist, müssen intensivere Prophylaxemassnahmen eingeleitet werden.

Ein gesundes Schmelzband zwischen Läsion und Gingiva deutet auf eine längere inaktive Phase der jeweiligen Glattfläche hin. Im Approximalebereich hingegen kann es schwierig sein zu beurteilen, ob eine inaktive oder aktive Karies vorliegt. Andere Parameter dienen dazu, das aktuelle Kariesrisiko abzuschätzen. Wichtig sind die Mundhygiene und Ernährungsgewohnheiten, die Anzahl kariespathogener Keime, die Fliessrate und Pufferkapazität der Mundflüssigkeit, Fluoridzufuhr und bisheriger Kariesbefall (Tab. IV). Patienten mit aktiver (Initial-)Karies benötigen neben einer adäquaten Betreuung, eine verständliche Information über Ätiologie, präventive Massnahmen und mögliche Folgen. Insbesondere kann die Erkenntnis einer möglichen Stagnation oder Remineralisation der Initialläsion motivierend für die weitere Mitarbeit des Patienten sein, müssen doch unter Umständen die Ernährungsgewohnheiten umgestellt, die Mundhygiene verbessert und Fluoridierungsmassnahmen eingeführt oder optimiert werden. Die Bestimmung kariespathogener Keime kann heute mit Kits ohne weiteres in der Praxis durchgeführt werden. Diese Testkits ermöglichen ferner eine Verlaufskontrolle der Bakterienbesiedlung der Mundhöhle und können für die Motivation des Patienten benutzt werden. Es kann bei hoher Anzahl kariespathogener Bakterien bei kariesaktiven Patienten angezeigt sein, eine Applikation von Chlorhexidingelée in einer Tiefziehschiene vorzusehen oder chlorhexidinhaltige Lacke anzuwenden.

Tab. V Progression und Regression initial oberflächlich entkalkter Glattflächen während 7 Jahren (BACKER-DIRKS 1966)

Alter	8 Jahre	15 Jahre
gesunde Oberfläche	–	37 (51%)
Kreidefleck (entkalkt)	72 (100%)	26 (36%)
Karies	–	9 (13%)

Tab. VI Zusammenfassende Übersicht über Befund, Dia­gnose und Therapie der Kronenkaries

Befund, Diagnose	Therapie
Okklusalkaries	
Zähne im Durchbruch	
– Enge Fissur, entkalkte (kreidige) Fissurenstelle, Oberfläche intakt	– Prophylaxe – Fluoridlack 2–4x/Jahr Bei hohem Kariesrisiko: zusätzlich Chlorhexidinlack 2–4x/Jahr – Änderung des Kariesrisikos! – Keine Versiegelung
– Karies mit eingebrochener Oberfläche	– Versorgung mit Glasionomerzement – Prophylaxe – Fluoridlack 2–4x/Jahr Chlorhexidinlack 2–4x/Jahr – Änderung des Kariesrisikos! – Definitive Versorgung erst nach Durchbruch!
Zähne in Okklusion	
– Enge Fissur, keine Entkalkung (Trocknen!)	– Prophylaxe – Versiegelung nur bei erhöhtem Kariesrisiko
– Verfärbte und/oder (begrenzt) entkalkte enge Fissur Oberfläche intakt (Trocknen!) Keine Aufhellung im Röntgenbild (Laser, ECM als 2. Meinung)	– Prophylaxe, Versiegelung – Änderung des Kariesrisikos!
– Deutlich entkalkte Zone am Fissureneingang (Trocknen!) Oberfläche intakt. Keine Aufhellung im Röntgenbild (Laser, ECM als 2. Meinung)	– Kleine Eröffnung Je nach Befund: erweiterte Versiegelung oder konventionelle Füllung – Prophylaxe – Änderung des Kariesrisikos!
– Karies mit eingebrochener Oberfläche Aufhellung im Röntgenbild	– Minimale Restauration – Änderung des Kariesrisikos!
Approximalkaries	
– Rx-Läsion Grad 1 u. 2 (Aufhellung nur im Schmelz)	– Prophylaxe (Interdentalreinigung, Fluoride)
– Rx-Läsion Grad 2 (→3) (Vergleiche mit früheren Röntgenbildern!)	– Prophylaxe bei kleinem Kariesrisiko – Füllung bei hohem Kariesrisiko – Änderung des Kariesrisikos!
– Rx-Läsion Grad 3 u. 4 Oberfläche eingebrochen (Vergleiche mit früheren Röntgenbildern!)	– Füllung
Glattflächenkaries	
– Kreidefleck (eventuell verfärbt); intakte oder nur lokal eingebrochene Oberfläche (Laser, ECM als 2. Meinung)	– Prophylaxe
– Grossflächig eingebrochene Oberfläche	– Füllung – Änderung des Kariesrisikos!

Danksagungen

Ich möchte mich bei den Kolleginnen und Kollegen für ihren Einsatz bei den Diagnostikübungen und Herrn Dr. H. Stich für die histologische Aufarbeitung herzlich bedanken.

Literatur

- BACKER-DIRKS O: Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 45, 503 (1966)
- CARVALHO J C, EKSTRAND K R, THYLSTRUP A: Dental plaque and caries on occlusal surface of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 68, 773 (1989)
- CHOKSI S K, BRADY J M, DANG D H, RAO M S: Detecting approximal dental caries with transillumination: A clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 125, 1098 (1994)
- CREANOR S L, RUSSELL J I, STRANG D M, STEPHEN K W, BURCHELL C K: The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J* 169, 126 (1990)
- DE VRIES H C B, RUIKEN H M H M, KÖNIG K K, VAN'T HOF M A: Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. *Caries Res* 24, 364 (1990)
- HINTZE H, WENZEL A, JONES C: In vitro comparison of D- and E- speed film radiography, RVG, and visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dental occlusal caries lesions. *Caries Res* 28, 363 (1994)
- KIDD E A M, NAYLOR M N, WILSON R F: Prevalence of clinically undetected and untreated molar occlusal dentine caries in adolescents on the Isle of Wight. *Caries Res* 26, 397 (1992)
- KÖNIG K G: Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *J Dent Res* 42, 461 (1963)
- LAGERLÖF F, OLIVEBY A: Clinical Implications: New strategies for caries treatment. George K. Stockey, Indianapolis, USA, 297 (1996)
- LUNDER N, VAN DER FEHR F R: Approximal cavitation related to bite-wing image and caries activity in adolescents. *Caries Res* 30, 143 (1996)
- LUSSI A: Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 25, 296 (1991)
- LUSSI A: Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res* 27, 409 (1993)
- LUSSI A, FIRESTONE A, SCHOENBERG V, HOTZ P, STICH H: In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor. *Caries Res* 29, 81 (1995)
- LUSSI A, HOTZ P, STICH H: Die Fissurenkaries. Diagnostik und therapeutische Grundsätze. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105, 1165 (1995)
- LUSSI A: Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 30, 389 (1996)
- LUSSI A, MENGHINI G, STEINER M, MARTHALER T M: The impact of radiography and electrical conductivity measurements on the prevalence of occlusal caries in epidemiological surveys. Abstract (124). *Caries Res* 31, 322 (1997)
- MARTHALER T M, WIESNER V: Rapidity of penetration of radiolucent areas through mesial enamel of first permanent molars. *Helv Odont Acta* 17, 19 (1973)
- MARTHALER T M, STEINER M, BANDI A: Werden verfärbte Molarenfissuren innerhalb von vier Jahren häufiger kariös als nichtverfärbte? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100, 841 (1990)

- MEJARE I, GRÖNDAHL H G, CARLSTEDT K, GREVER A C, OTTOSSON E: Accuracy at radiography and probing for the diagnosis of proximal caries. *Scand J Dent Res* 93, 178 (1985)
- MILEMAN P A, MULDER H, VAN DER WEELE L T: Factors influencing the likelihood of successful decisions to treat dentin caries from bite-wing radiographs. *Community Dent Oral Epidemiol* 20, 175 (1992)
- NEWBRUN E, BRUDEVOLD F, MERMAGEN H: A microradiographic evaluation of occlusal fissures and grooves. *J Am Dent Assoc* 58, 26 (1959)
- PEERS A, HILL F J, Mitropoulos C M, Holloway P J: Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries Res* 27, 307 (1993)
- PIEPER K, SCHURADE B: Die Untersuchung mit der Kaltlicht-Diagnosesonde. Eine Alternative zum Flügelbiss-Status? *Dtsch Zahnärztl Z* 42, 900 (1987)
- PINE C M: Fibre-optic transillumination (FOTI) in caries diagnosis. *George K. Stockey, Indianapolis, USA*, 51 (1996)
- Pitts N B, Rimmer P A: An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res* 26, 146 (1992)
- RICKETTS D N J, KIDD E A M, BEIGHTON D: Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. *Br Dent J* 179, 214 (1995)
- ROCK W P, KIDD E A M: The electronic detection of demineralisation in occlusal fissures. *Br Dent J* 164, 243 (1988)
- RUSSEL M, PITTS N B: Radiovisiographic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bite-wing radiography. *Caries Res* 27, 65 (1993)
- SCHMAGE P, NERGIZ I, PFEIFFER P, PLATZER U: Die Darstellung kariöser Defekte und von Füllungsmaterialien durch drei digitale Radiographie-Geräte. *Dtsch Zahnärztl Z* 51, 623 (1996)
- SHWARTZ M, GRÖNDAHL H G, PLISKIN J, BOFFA J: A longitudinal analysis from bite-wing radiographs of the rate of progression of approximal carious lesions through human dental enamel. *Arch Oral Biol* 29, 529 (1984)
- STEINER M, MENGHINI G, CURILOVIC Z, MARTHALER T: Kariesbefall der Schüler der Stadt Zürich im Zeitraum 1970–1993. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 104, 1210 (1994)
- SVANAES D B, MOYSTAD A, RISNES S, LARHEIM T A, GRÖNDAHL H G: Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 82, 94 (1996)
- STEPHEN K W, RUSSELL J I, CREANOR S L, BURCHELL C K: Comparison of fibre optic transillumination with clinical and radiographic caries diagnosis. *Community Dent Oral Epidemiol* 15, 90 (1987)
- THUNTHY K H, WEINBERG R: Sensitometric comparison of Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed dental films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79, 114 (1995)
- THUNTHY K H, WEINBERG R: Effects of developer exhaustion on Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultra-Speed dental films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79, 117 (1995)
- THYLSTRUP A, BILLE J, QVIST V: Radiographic and observed tissue changes in approximal carious lesions at the time of operative intervention. *Caries Res* 20, 55 (1986)
- VAN DORP C S E, EXTERKATER A M, TEN CATE J M: The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. *J Dent Child* 55, 343 (1988)
- VERDONSCHOT E H, BRONKHORST E M, BURGERSDIJK R C W, KÖNIG K G, SCHAEKEN M J M, TRUIN G J: Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res* 26, 59 (1992)
- VON OHLE C, REICH E: Moderne Karietherapie. Diagnostik und Therapieplanung. *Zahnarzt Magazin* 1, 20 (1997)
- WEERHEIJM K L, GRUYTHUYSEN R J M, VAN AMERONGEN W E: Prevalence of hidden caries. *J Dent Child* 59, 408 (1992)
- WENZEL A, HINTZE H, MIKKELSEN L, MOUYEN F: Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72, 621 (1991)
- YASSIN O M: In vitro studies of the effect of a dental explorer on the formation of an artificial carious lesion. *J Dent Child*, 62, 111 (1995)