



Die Reinigung und Obturation des Wurzelkanalsystems ohne konventionelle Instrumente

eine Standortbestimmung

Adrian Lussi

Universität Bern, Klinik für Zahnerhaltung
Präventiv- und Kinderzahnmedizin

Schlüsselwörter: Vakuumtechnik, NIT, Endodontie,
Reinigung, Obturation

Korrespondenzadresse:
Klinik für Zahnerhaltung, Prof. Dr. A. Lussi
Freiburgstrasse 7, 3010 Bern
Tel. 031/632 25 70
Fax 031/632 98 75

(Texte français voir page 259)

Optimale Reinigung und bakteriendichter Verschluss des Wurzelkanalsystems sind Vorbedingungen für den Langzeiterfolg jeder Wurzelkanalbehandlung. Es wurde von uns eine neue Methode vorgestellt, die es erlaubt, vollautomatisch und ohne Zuhilfenahme von Instrumenten, die Wurzelkanäle zu reinigen, aufzubereiten und abzufüllen. Mit dieser neuen vollautomatischen Methode soll das gesamte Wurzelkanalsystem erreicht, aufbereitet und abgefüllt werden. Das Ziel dieses Übersichtsartikels ist es, über die Wirkungsweise der neuen Methode und den Stand der Entwicklung zu berichten.

Einleitung

Optimale Reinigung und bakteriendichter Verschluss des Wurzelkanalsystems (Solidifikation) sind Vorbedingungen für den Langzeiterfolg einer Wurzelkanalbehandlung (SCHROEDER 1981). Der Verwirklichung dieser Punkte stehen die komplizierten anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanäle gegenüber (Abb. 1). In den letzten Jahren wurden neben der herkömmlichen Handaufbereitung auch verschiedene maschinelle Methoden eingeführt und getestet. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bezüglich Zeitaufwand und Reinigungswirkung die neuen maschinellen Methoden der Handaufbereitung nicht überlegen sind (CYMERMAN et al. 1983, WALKER & DEL RIO 1989, HÜLSMANN & STRYGA 1993).

Jede Wurzelkanalaufbereitung wird durch den Gebrauch eines Spülmittels chemisch unterstützt. Das dank seinen antiseptischen und gewebsauflösenden Eigenschaften am meisten verwendete Spülmittel ist bis heute Natriumhypochlorit (NaOCl), (GOLDMAN et al. 1979, AHMAD et al. 1987). Die Konzentration schwankt je nach Autor und Schule zwischen 1 und 5%. Andere Spülmittel wie NaCl, H₂O₂, Hibitane, Alkohol, Salvizol, destilliertes Wasser zeigen entweder keine gewebsauflösende oder keine desinfizierende Wirkung. Obwohl mit den bisher vorgestellten Instrumentationstechniken ansprechende klinische Ergebnisse erzielt werden, ist es mit ihnen selten möglich, alle Nebenkanäle aufzubereiten und zu verschliessen.

Mit der automatischen Maschine gereinigte und mit Wurzelfüllpaste gefüllte Wurzelkanäle

Canaux nettoyés et remplis avec la machine automatique



Abb. 1 Die Anatomie der Zähne und des Endodonta erschweren oft eine einwandfreie Reinigung und Obturation des Wurzelkanalsystems.

Fig. 1 L'anatomie du système pulpo-dentaire rend souvent difficiles un nettoyage et une obturation irréprochables.

Es wurde von uns eine neue Methode vorgestellt, die es erlaubt, vollautomatisch und ohne Zuhilfenahme von Instrumenten die Wurzelkanäle zu reinigen. Mit dieser neuen vollautomatischen Methode soll das gesamte Wurzelkanalsystem erreicht, aufbereitet und abgefüllt werden (LUSSI et al. 1993, PORTMANN & LUS- SI 1994, LUS- SI et al. 1995, LUS- SI et al. 1996, LUS- SI et al. 1997a, b, LUS- SI et al. 1999a, b).

Das Ziel dieses Übersichtsartikels ist es, über die Wirkungsweise der neuen Methode und den Stand der Entwicklung zu berichten.

Wirkungsweise der Reinigung

Bei der vollautomatischen Reinigung werden durch Druckschwankungen im abgedichteten Wurzelkanalsystem hydrodynamische Turbulenzen erzeugt. Diese Druckschwankungen finden bei Unterdruck statt und bewirken die rasche Bildung und Zerstörung von Blasen in der Spülflüssigkeit und damit einen intensiven Austausch der Reinigungsflüssigkeit im Wurzelkanalsystem (Abb. 2). Da die Blasen einen maximalen Durchmesser von 50 µm haben, kann das Spülmittel auch in kleine Seitenkanäle eindringen und wirken. Eine Darstellung der Kanaleingänge ist aus diesem Grund nicht nötig; es genügt, einen Zugang zum Pulpakavum herzustellen. Die Druckschwankungen und damit die Blasenbildung werden von einem Motor mit einer Frequenz von etwa 200 Hz erzeugt (Abb. 3a). Das Vor-

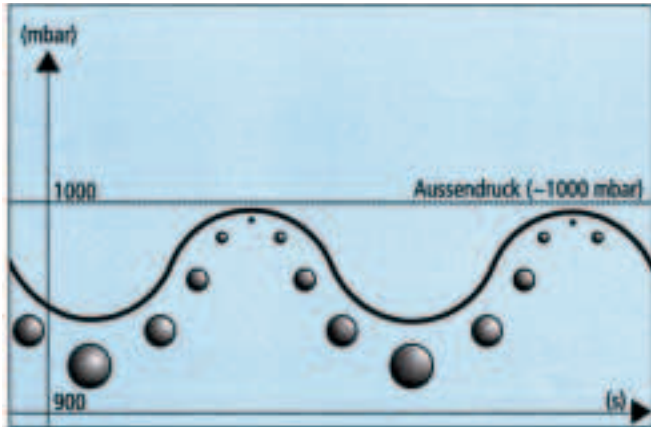


Abb. 2 Prinzip der Reinigung: Durch periodische Druckschwankungen bilden sich Blasen, die anschliessend implodieren. Dieser Vorgang findet bei Unterdruck statt und führt zu hydrodynamischen Turbulenzen, die einen regen Austausch der Spüllüssigkeit bewirken.

Fig. 2 Principe du nettoyage: des bulles implosant immédiatement grâce à des variations périodiques de pression. Ce phénomène se produit sous vide et conduit à des turbulences hydrodynamiques qui fournissent le renouvellement du liquide de rinçage.

ratsgefäss für die Spüllösung, das Röhrensystem und das Gefäss für die verbrauchte Spüllüssigkeit sind so angebracht und konstruiert, dass die Reinigung bei Unterdruck stattfinden kann (Abb. 3b). Der Übertritt in das angrenzende Gewebe soll *in vivo* durch diesen Unterdruck verhindert werden. Als Spüllösung wird, wie erwähnt, NaOCl verwendet, das die besten desinfizierenden und gewebsauflösenden Eigenschaften bei einer Konzentration zwischen 1% und 5,25% zeigt (ANDERSEN et al. 1992, BAUMGARTNER & CUENIN 1992).

Bei unseren *In-vitro*-Untersuchungen wurde versucht, relevante *In-vivo*-Parameter zu simulieren: So wurde der Zahn mit einem künstlichen Parodont umgeben und die Versuche in einer auf Körpertemperatur erwärmten Blutimitation durchgeführt. Ferner wurde der Blutimitation ein auf Natriumhypochlorit sensibles Indikatorsystem beigemischt, damit auch kleinste durch Wurzelkanäle austretende Mengen von Natriumhypochlorit registriert werden konnten. Tatsächlich wurde bei normaler Funktionsweise der Apparatur kein Übertritt von NaOCl in die Umgebung festgestellt.

Abb. 4 gibt eine Übersicht der Reinigungswirkung bei Verwendung der Step-back-Technik einerseits und der nicht instrumentellen Technik (NIT) andererseits (LUSSI et al. 1993, LUSSI et al. 1997b). Sie zeigt, dass die neue Technik sauberere Kanäle ermöglicht als die Handaufbereitung, sofern die NaOCl-Konzentration mehr als 1% beträgt. Diese Versuche wurden mit einem Gerät durchgeführt, das einerseits umständlich gross war und andererseits sehr viel Natriumhypochlorit verbrauchte. Eine kürzlich vorgestellte verkleinerte Apparatur (Abb. 3a), die auf dem gleichen Prinzip beruht, war in unseren Versuchen noch effizienter bezüglich Reinigung, obwohl der Natriumhypochlorit-Verbrauch deutlich – um einen Faktor von 10–20 – reduziert werden konnte (LUSSI et al. 1999a). Es werden damit pro Minute ca. 7 ml NaOCl im Wurzelkanalsystem ausgetauscht.

Bei der Reinigung mit der vollautomatischen Methode wird kein Dentin entfernt, so dass es auch zu keiner Schwächung des Zahnes kommt. Die Wurzelkanäle behalten ihre unregelmässigen und zum Teil sehr grazilen Formen (Abb. 1). Es ist deshalb nicht möglich, diese Kanäle mit herkömmlichen Methoden zu

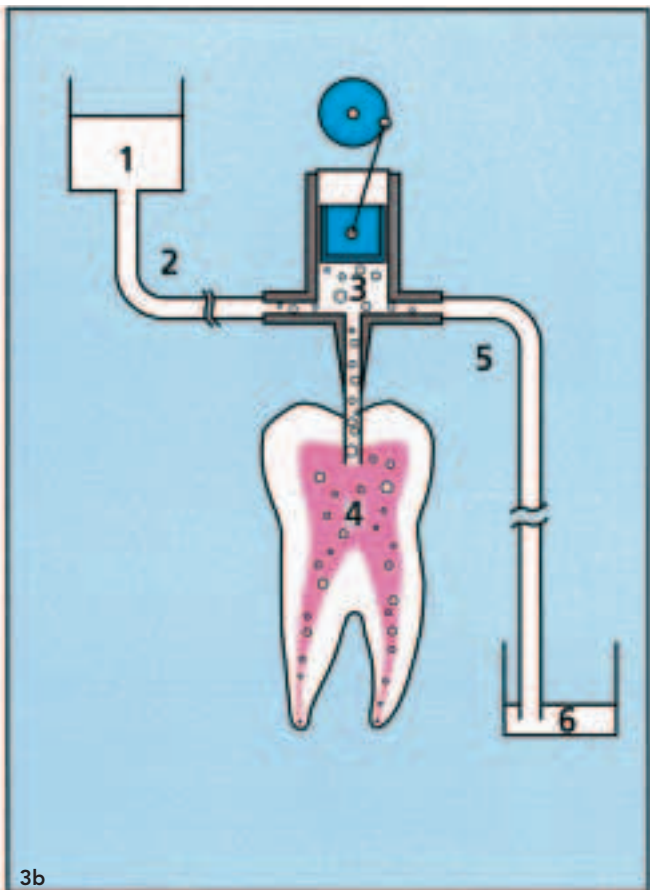
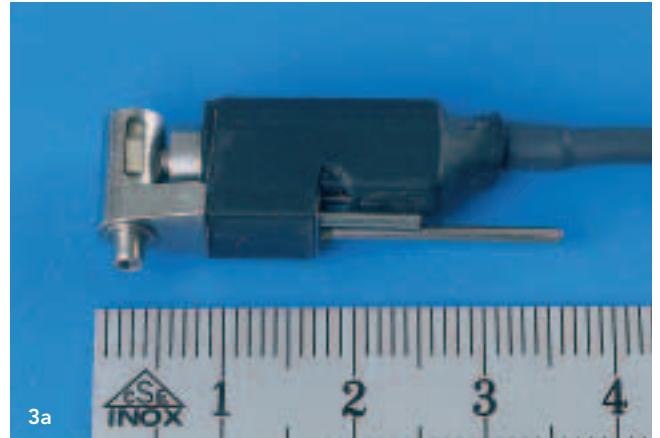


Abb. 3 Durch die Bewegungen des Motors (a) werden Druckschwankungen erzeugt. Eine Pumpe (nicht eingezeichnet) und die hydrostatische Druckdifferenz dienen zur Herstellung eines kleinen Unterdruckes im mbar-Bereich (b).

- 1: Vorratsgefäss für Spüllösung
- 2: Zuführende Leitung
- 3: Motor
- 4: Bläschenbildung im Wurzelkanalsystem
- 5: Wegführende Leitung
- 6: Verbrauchte Spüllüssigkeit

Fig. 3 L'action du moteur (a) engendre des variations de pression. Une pompe (non représentée) ainsi que la différence de pression hydrostatique forment un léger vide de quelques mbar (b).

- 1: Réservoir de solution de rinçage
- 2: Conduite d'adduction
- 3: Moteur
- 4: Formation de bulles dans le canal
- 5: Conduite d'écoulement
- 6: Solution de rinçage usée

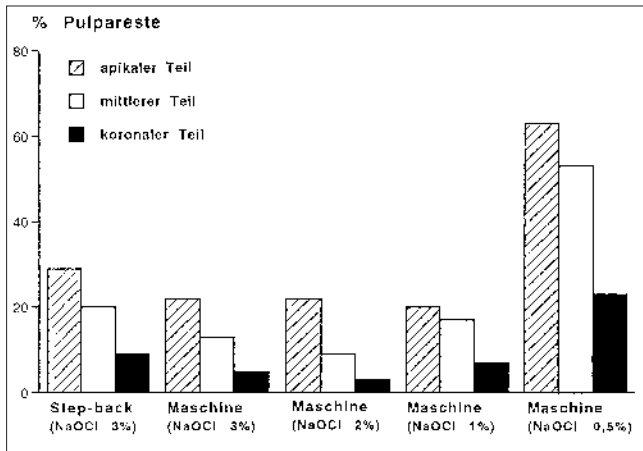


Abb. 4 Verschmutzung der Wurzelkanäle im apikalen, mittleren und koronalen Abschnitt bei Aufbereitung mit Handinstrumenten oder der maschinellen Methode und verschiedenen Natriumhypochloritkonzentrationen (Lussi et al. 1993).

Fig. 4 Restes de tissu pulpaire dans les zones apicales, moyennes et coronales après préparation manuelle ou mécanique, en fonction de la concentration d'hypochlorite de sodium (Lussi et al. 1993).

füllen, da Instrumente wie Lentulo und Spreader nicht in die Kanäle passen würden. Da die vollautomatische Aufbereitungsmethode erst in Einzelfällen am Patienten getestet wurde, erfolgte unter Praxisbedingung die Obturation bislang ausschliesslich an konventionell aufbereiteten Wurzelkanälen.

Wirkungsweise der Obturation

Durch Anlegen eines Unterdruckes von 15 mbar oder weniger ist die Obturation *in vitro* und *in vivo*, unter Praxisbedingungen, möglich (PORTMANN & LUSSI 1994, LUSSI et al. 1995, LUSSI et al. 1996, LUSSI et al. 1997a). Der für die Obturation benötigte Un-

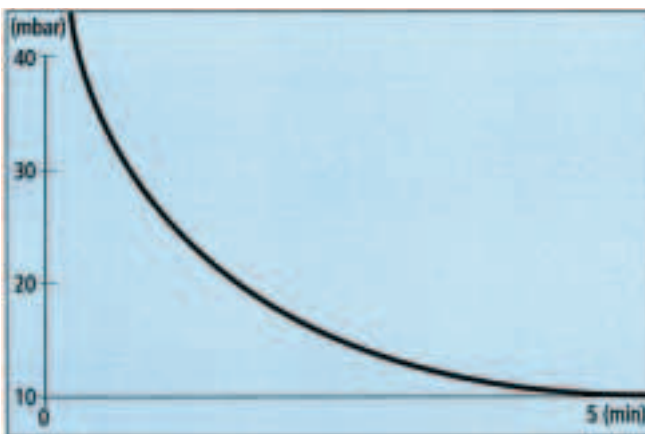


Abb. 5 Eine mehrstufige Vakuumpumpe ermöglicht es, im Endodonten einen absoluten Unterdruck von 10 mbar oder weniger herzustellen (0 mbar = absolutes Vakuum). Dadurch verdampfen Flüssigkeitsreste vollständig, bevor die Wurzelkanalfüllpaste in die Kanäle eingesogen wird. Die benötigte Zeit zum Erreichen des gewünschten Unterdruckes beträgt je nach Zahn 2–12 Min.

Fig. 5 Une pompe à vide permet d'obtenir un vide égal ou inférieur à 10 mbar dans l'endodonte (vide absolu = 0 mbar). Les restes de liquide de rinçage sont ainsi complètement vaporisés avant que le matériau d'obturation y soit aspiré. Le temps nécessaire pour obtenir le vide désiré est de 2 à 12 min. selon la dent.

terdruck ist im Unterschied zur Reinigung bedeutend grösser; während bei der Reinigung die Reduktion des Druckes gegenüber dem Aussendruck etwa 20–50 mbar beträgt (der Aussendruck ~1000 mbar), wird der Unterdruck für die Obturation stark vergrössert (Reduktion ~ 990 mbar) (Abb. 5). Nachdem der Zahn abgedichtet ist, wird er mit einer Hochleistungsvakuumpumpe verbunden. Der geforderte Unterdruck ist *in vivo* und *in vitro* je nach Anzahl der Wurzelkanäle nach zirka 2–12 Minuten erreicht. Der für die Obturation notwendige luftdichte Abschluss kann entweder mit einem Komposit mit entsprechendem Schmelz/Dentin-Bondingsystem oder mit Hilfe einer elastischen Masse bewerkstelligt werden. In beiden Fällen werden entsprechende Verbindungsstücke, die in mehreren Grössen vorhanden sind, benötigt.

Die «indirekte» Methode, bei der zuerst die Krone mit Komposit, inklusive Dentin- und Schmelzbonding, aufgebaut wird, hat den Vorteil, dass die Restauration nach erfolgter Behandlung als Provisorium weiter Verwendung finden kann (Abb. 6). Dieser Aufbau wird in der Zukunft auch für die vorherige Reinigung der Wurzelkanäle dienen und muss deshalb nur einmal hergestellt werden. Nachdem der Zahn abgedichtet ist, wird er mit der Hochleistungsvakuumpumpe verbunden, um den geforderten Unterdruck zu erreichen. Inzwischen wird das Füllungsmaterial gemischt, in den dazu bestimmten Behälter eingefüllt und entgast. Anschliessend wird dieser Behälter auf den Adapter aufgesteckt, durch Betätigen eines Hahnes mit dem Wurzelkanalsystem verbunden und das Wurzelfüllmittel wird durch den Unterdruck in den Kanal eingesogen (Abb. 7). Um eine später eventuell notwendig werdende Wiederaufbereitung der Kanäle zu erleichtern, wird eine Guttaperchaspitze in der Grösse der apikalen Masterfeile und u.U. noch weitere Spitzen nachgeschoben.

Bei der «direkten» Methode erfolgt die Abdichtung nicht mit einem Komposit- oder Kompomeraufbau, sondern mit einer Silikonmasse (Abb. 8). Hier werden zuerst flexible und sterilisierte Nylonfäden als Platzhalter in die Kanäle eingebracht. Die Fäden halten den Zugang zu jedem Kanaleingang bis zur Obturation offen. Die okklusal herausragenden Enden dieser Nylonfäden werden durch die konische Verbindungshülse gesteckt. Während mit einem Finger die Hülse *in situ* gehalten wird, werden die Lücken zwischen Zugangskavität und Adapterhülse mit einem schnell abbindenden, additionsvernetzenden Silikon (Jet Bite, Coltène, Altstätten/Schweiz) umspritzt. Der Vorteil dieser («direkten») Methode ist der geringere Zeitaufwand zur eigentlichen Obturation, wobei der unter Umständen notwendige provisorische oder definitive Kronenaufbau nachher erfolgt. Das Erreichen des Unterdruckes ist *in vivo* mit beiden Methoden in der ungefähr gleichen Zeitspanne möglich. Die «direkte» Methode könnte ebenfalls angewendet werden, wenn durch eine bestehende Kronen-Brücken-Rekonstruktion abgefüllt werden müsste. Für die neue Methode können die meisten Wurzelfüllpasten verwendet werden. Abb. 9 gibt die Farbstoffpenetration entlang der Wurzelkanalwand bei Verwendung verschiedener Pasten wieder (LUSSI et al. 1999b). In allen Fällen ermöglichte die neue Methode einen dichteren Verschluss. Da der Obturationsprozess ein physikalischer Vorgang ist und nur vom erreichten Unterdruck abhängt, können die im Labor erhaltenen Ergebnisse (Abb. 10) auch auf die Situation am Patienten (Abb. 11) übertragen werden. Die Laboruntersuchungen werden mit Unterdruck im Bereich von 10–30 mbar durchgeführt. Am Patienten werden solche von 5–10 mbar gefordert und auch erreicht, was eine zusätzliche Sicherheitsspanne bedeutet.



6a



6b



6c



6d

Abb. 6 Vorbereitung des Zahnes zur Obturation («indirekte» Methode)

- a) Ausgangslage: Stark zerstörter unterer 2. Molar.
- b) Aufbau mit Komposit inklusive Dentin- und Schmelzhartvermittler.
- c) Normierte Bohrung für die Adapterhülse.
- d) Mit der eingesetzten Adapterhülse ist der Zahn vorbereitet für die Obturation (Behandlung: Dr. B. Suter).

Fig. 6 Préparation de la dent avant l'obturation (méthode indirecte).
a) Situation initiale: deuxième molaire inférieure fortement délabrée.
b) Reconstruction en composite comprenant le mordançage de la dentine et de l'émail.

- c) Fraisage normalisé pour la coiffe d'adaptation.
- d) Suite à la pose de la coiffe d'adaptation, la dent est prête pour l'obturation.

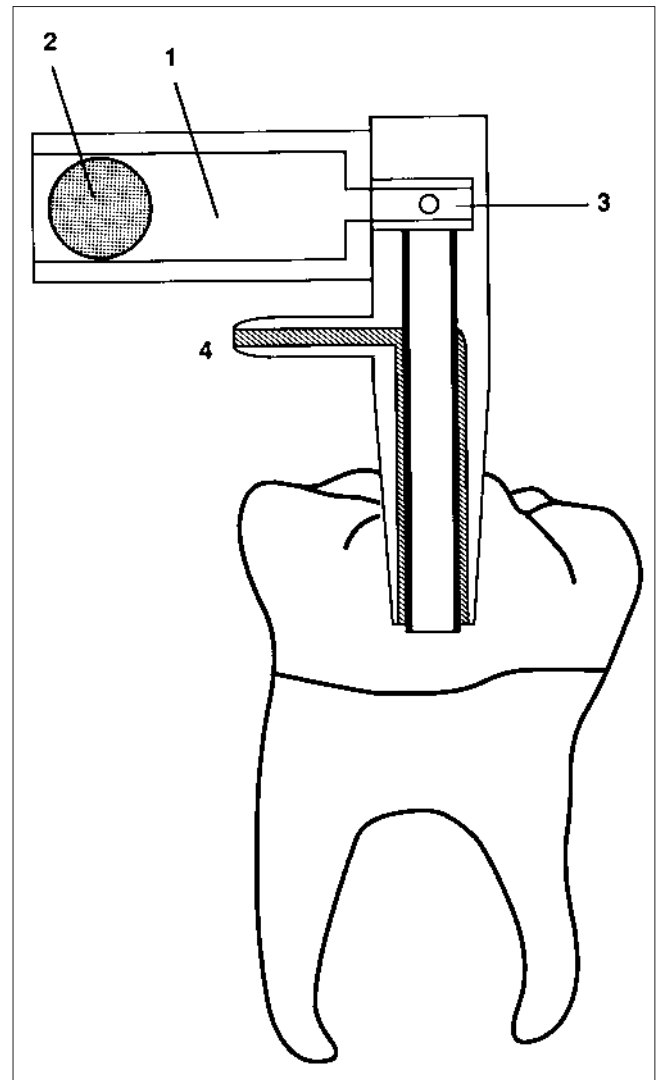
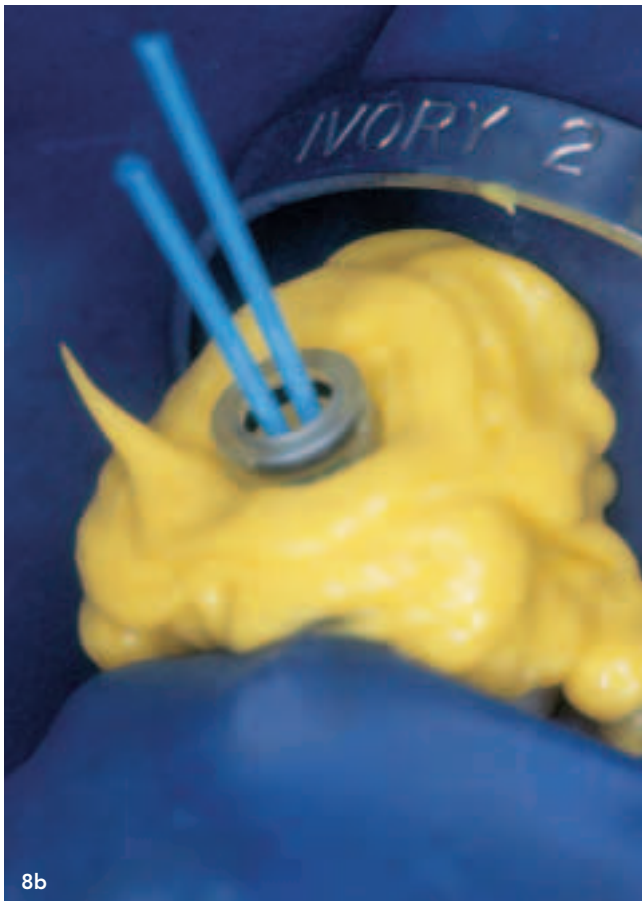
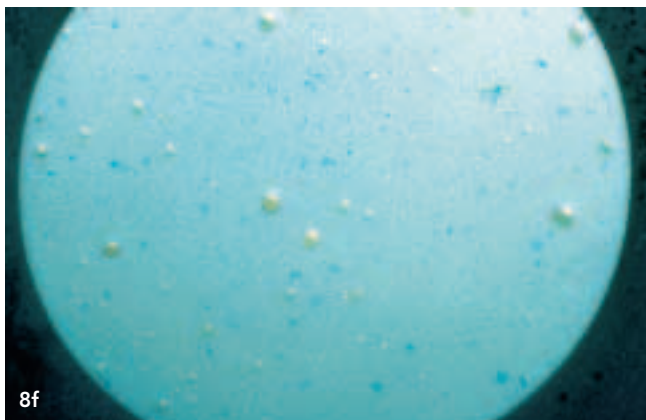


Abb. 7 Das Reservoir (1) enthält die Füllpaste, die nach Erreichen des gewünschten Unterdruckes durch Betätigen des Hahnes (3) hineingesogen wird und das Wurzelkanalsystem obturiert. Die Kugel im Reservoir (2) ist notwendig, damit keine Luft angesogen wird. Eine Leitung (4) führt zur Vakuumpumpe (Lussi et al. 1995).

Fig. 7 Le réservoir (1) contient la pâte d'obturation. Lorsque le vide désiré est obtenu, l'ouverture du robinet (3) permet l'aspiration de cette pâte qui remplira le système canalaire. La bille dans le réservoir sert à empêcher la contamination du matériau d'obturation par des bulles d'air. Un tuyau (4) conduit à la pompe à vide (Lussi et al. 1995).

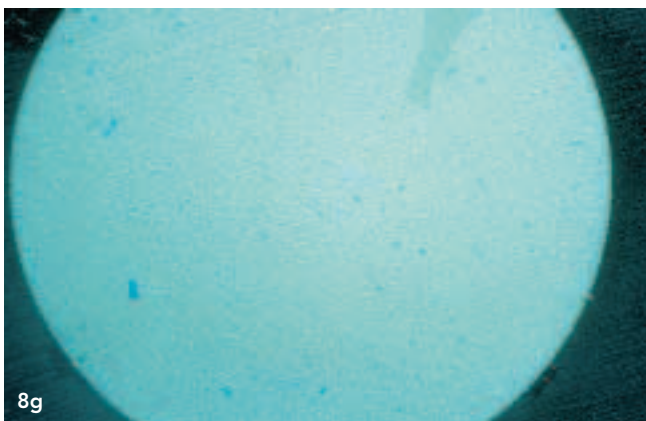




8f



8h



8g

Abb. 8 Vorbereitung des Zahnes zur Obturation («direkte» Methode)
 a) Ausgangssituation.
 b) Nachdem sterile Nylonfäden in die Wurzelkanäleingänge als Platzhalter eingebracht und durch den Adapter geführt wurden, werden die Lücken zwischen Adapter und Zugangskavität mit einer schnell abbindenden Silikonmasse abgedichtet.
 c) Die Kanäleingänge sind nach Entfernung der Nylonfäden deutlich sichtbar.
 d) Der Zahn ist mit der Hochleistungsvakuumpumpe verbunden, die das Wurzelkanalsystem trocknet und es einem Unterdruck von weniger als 10 hPa (= 10 mbar) aussetzt.
 e) Die Zeit bis zum Erreichen dieses Unterdrucks wird genutzt, um die Wurzelfüllpaste zu mischen und zu entgasen. Ohne Entgasung ist keine dichte Wurzelfüllung möglich.
 f) Der Schliff zeigt abgebundenes AH Plus nach dem Mischvorgang ohne Entgasung (Originalvergrößerung: 8×).
 g) Querschnittfläche der Füllpaste (AH Plus nach Entgasung). Es werden deutlich weniger Porositäten festgestellt (Originalvergrößerung: 8×).
 h) Die Wurzelfüllpaste wird nach Öffnen des Hahnes in das Wurzelkanalsystem eingesogen.

Fig. 8 Préparation de la dent pour l'obturation (méthode directe)
 a) Situation initiale.
 b) Après que des fils de Nylon passant à travers la coiffe d'adaptation aient été introduits dans l'entrée des canaux, les espaces sont comblés avec une pâte au silicone à prise rapide.
 c) Après avoir retiré les fils de Nylon, l'entrée des canaux est bien visible.
 d) La dent est reliée à la pompe à vide à haute puissance qui sèche le système canalaire et produit un vide inférieur à 10 mbar.
 e) Le temps nécessaire à obtenir un vide suffisant est utilisé pour mélanger et dégazer le matériau d'obturation. Le dégazage est indispensable pour une obturation étanche.
 f) La coupe montre l'inhomogénéité de l'AH Plus après mélange sans dégazage (grossissement 8×).
 g) Coupe de l'AH Plus dégazé. Les porosités sont nettement moindres (grossissement 8×).
 h) Le matériau d'obturation est aspiré dans le système canalaire suite à l'ouverture du robinet.

Die Obturation wurde bis jetzt an über 300 Patienten erfolgreich angewendet, ohne dass unangenehme Nebenwirkungen durch die Applikation des Unterdruckes festgestellt worden wären.

Diskussion

Mit der hier vorgestellten Methode wurde *in vitro* eine Reinigungswirkung in den Wurzelkanälen erzielt, die mindestens so gut oder besser wie jene der üblichen Handaufbereitungsmethode ist. Auch bei Verwendung der neuen Maschine kann nicht auf NaOCl als Spüllösung verzichtet werden. Zudem hängt die Reinigungswirkung von der Konzentration der verwendeten Lösung ab. NaOCl Lösungen mit 1% scheinen in der Reinigungswirkung der 3%-NaOCl-Lösung unterlegen zu sein. Mit der 1%-Lösung wurde während 15 Minuten, mit der 2%- und der 3%-Lösung während 10 Minuten gereinigt. Die längere Reinigungszeit bei Verwendung von NaOCl 1% genügte nicht, um die Sauberkeit wie bei Verwendung der höher konzentrierten Lösungen zu erreichen. Um eine aktive Verlagerung der Spüllösung über den Apex hinaus zu verhindern, wurde die Ap-

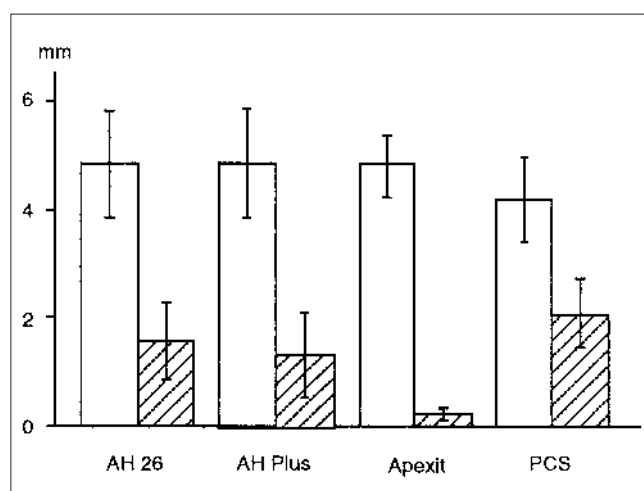


Abb. 9 Farbstoffpenetration entlang der Wurzelkanalwand bei Verwendung verschiedener Wurzelfüllpasten und Obturation mit lateraler Kondensation (linke Säulen) oder mit der neuen automatischen Technik (rechte Säulen) (von Lussi et al. 1999b).

Fig. 9 Percolation de colorant le long de la paroi du canal radiculaire avec différentes pâtes d'obturation en utilisant la technique de condensation latérale (colonnes de gauche) ou la nouvelle technique automatique (Lussi et al. 1999b).

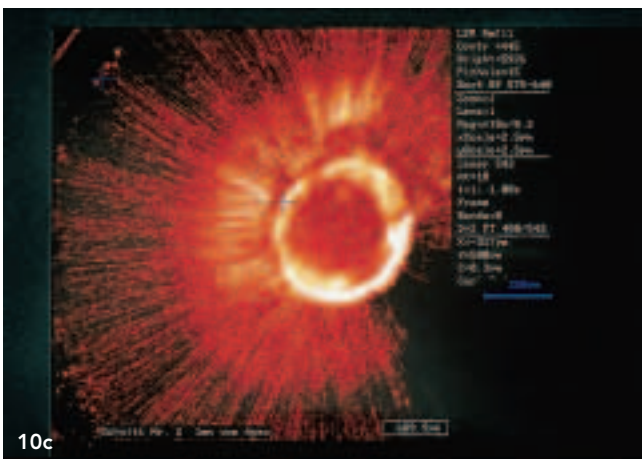
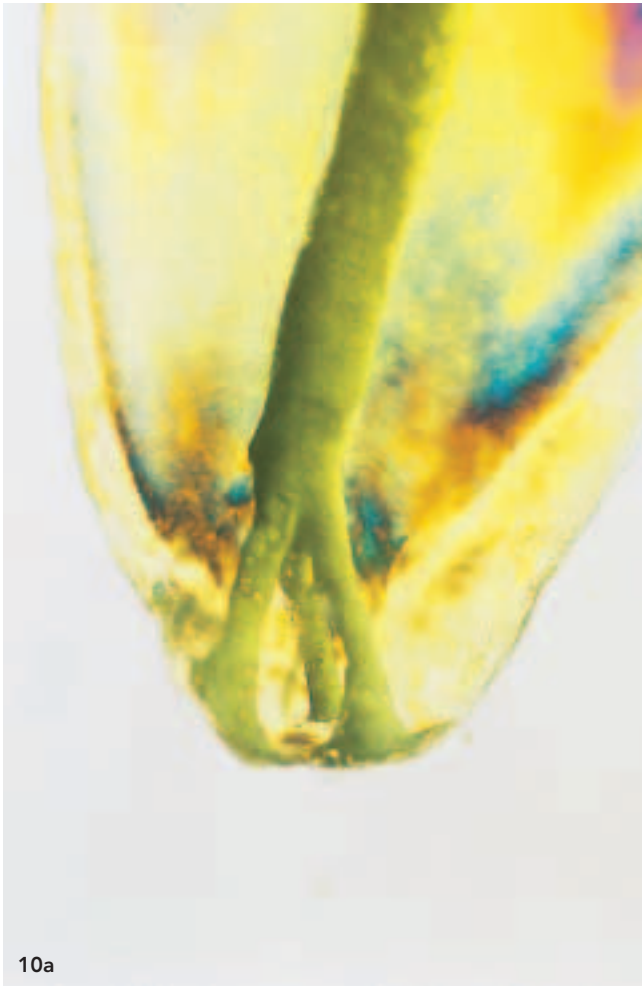


Abb. 10 Mit der automatischen Maschine gereinigte und gefüllte Wurzelkanäle. Das apikale Delta ist obturiert (a), Seitenkanäle sind ebenfalls abgefüllt (b) und Dentintubuli mit Wurzelfüllpaste verschlossen (c); (z. T. von Lussi et al. 1999 b).

Fig. 10 Canaux nettoyés et remplis avec la machine automatique. Le delta apical (a), les canaux latéraux (b) et les tubulis dentinaires (c) sont obturés.

paratur so eingestellt, dass zu keinem Zeitpunkt ein positiver Druck erzeugt wurde. Die Einstellung des Unterdruckes wurde mit 5×10^3 Pa klein gewählt, damit bei der späteren Anwendung *in vivo* nicht durch eine starke Sogwirkung apikal eine Einblutung provoziert wird.

Ein möglicher Vorteil der neuen nicht instrumentellen Methode ist auch die Verkürzung der Behandlungszeit. Wie frühere Untersuchungen gezeigt haben (Lussi et al. 1993), dauert die Reinigung mit konventionellen Wurzelkanalinstrumenten in Abhängigkeit der Wurzelkanäle bis $3,2 \times$ länger. Der Zeitaufwand pro Zahn der neuen, nicht instrumentellen Methode ist ferner unabhängig von der Anzahl Wurzelkanäle.

Obwohl die vorliegenden Untersuchungen bezüglich der Reinigungswirkungen *in vitro* durchgeführt wurden, wurde versucht, *In-vivo*-Verhältnisse zu simulieren: Die Zähne wurden beim Versuch in einer Lösung gelagert, welche vergleichbare physikalisch-chemische Eigenschaften wie Blut und einen Indikator für den Nachweis geringer NaOCl-Mengen aufwies. Mit einer speziellen Methode wurde poröser Zement auf den Zahn aufgetragen, um den Zahnhalteapparat zu simulieren (NUSBÄCHER 1992). Mit dieser Versuchsanordnung konnte überprüft werden, ob die verwendete Spüllösung nicht über den Apex tritt, was vor allem auch bei zukünftiger Anwendung am Patienten wichtig sein wird. Für die Reinigung wurde ein Unterdruck erzeugt, sodass es theoretisch unmöglich war, dass NaOCl Lösung über den Apex gelangte. Tatsächlich konnte in keinem Fall während der Reinigung NaOCl ausserhalb des

Zahnes nachgewiesen werden. In weiteren Untersuchungen muss *in vivo* abgeklärt werden, welchen Einfluss verletzte Blutgefäße auf die Reinigung haben und ob auch *in vivo* keine Spüllösung über den Apex austreten kann. Die ersten Behandlungen an Patienten haben diesbezüglich keine Probleme gebracht.

Ein Nachteil der neuen Methode ist, dass der Zahn so abgedichtet werden muss, dass für die Reinigung ein Unterdruck erzielt werden kann. Dieser Unterdruck muss zur Obturation des Wurzelkanalsystems noch weiter auf einen Druck von mindestens 15 hPa (= 15 mbar) reduziert werden. Unsere diesbezüglichen Untersuchungen am Patienten haben gezeigt, dass dieser

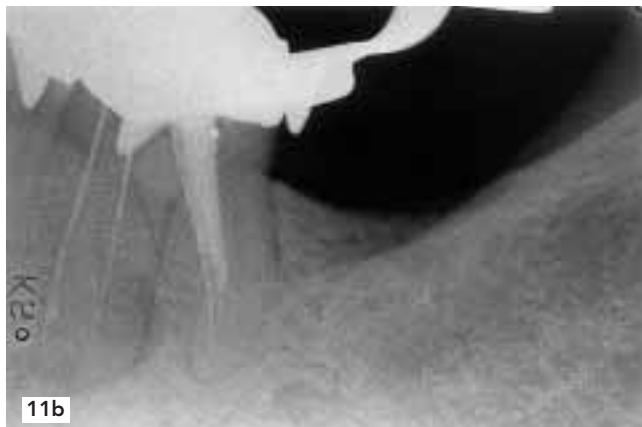


Abb. 11 Obturation mit der Vakuumtechnik *in vivo* (Behandlung: Dr. B. Suter)
 a) Ausgangssituation. Beachte den resorptiven Prozess.
 b) Röntgenmessaufnahme.
 c) Situation nach Obturation mit der Wurzelfüllpaste AH 26. Die Resorption ist gefüllt. Die Zeitspanne bis zum Erreichen eines Unterdruckes von 10 mbar betrug 11 Min.
 d, e) Situation nach Insertion von Guttaperchaspitzen. Eine leichte Überfüllung ist sichtbar.
 f) Situation 2 Jahre später.

Fig. 11 Obturation à l'aide de la technique sous vide *in vivo* (Traitement effectué par le Dr B. Suter)
 a) Situation initiale. Observez la résorption.
 b) Radiographie de contrôle.
 c) Situation après obturation à l'AH 26. La résorption est remplie. Le temps nécessaire à l'obtention d'un vide de 10 mbar fut de 11 min.
 d), e) Situation après insertion de la gutta-percha. Un léger dépassement est visible.
 f) Situation après 2 ans.

Unterdruck entweder mit Hilfe eines Elastomers (LUSSI et al. 1996) oder mit Hilfe eines Kompositaufbaus mit Schmelz/Dentinbonding und Adapterhülsen *in vivo* erreicht werden kann, sogar unterschritten wird, ohne den Patienten Schmerzen zu verursachen (LUSSI et al. 1997b).

Aus physikalischen Gründen bleibt bei den durch die neue Methode gefüllten Wurzelkanälen ein Restvolumen bestehen, das zum erzeugten Unterdruck proportional ist. Je kleiner der Unterdruck, desto kleiner ist auch das ungefüllte Restvolumen. Unsere Untersuchungen am Patienten und im Labor zeigen, dass das Restvolumen so klein ist, dass es auf dem Röntgenbild kaum sichtbar ist. Dieser Sachverhalt ist wahrscheinlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass keine Schmierschicht produziert wird und dass die Dentintubuli als Restvolumen dienen können.

Verdankung

Für die Mitarbeit in diesen hier vorgestellten Untersuchungen möchte ich mich bei folgenden Kolleginnen und Kollegen herzlich bedanken (in alphabetischer Reihenfolge): François Achermann, Thomas Attin, Wolfgang Buchalla, Andrea Fritzsche, Jean Grosrey, Markus Gygax, Peter Hotz, Stefan Imwinkelried, Bernd Klaiber, Nathalie Kohler, Luisa Messerli, Ulf Nussbächer, Peter Portmann, André Schroeder, Hermann Stich, Domagoj Stojan und Beat Suter.

Der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und der Schweizerischen Gesellschaft für Zahnmedizin (Gesuch Nr. 190) bin ich für die finanzielle Unterstützung zu Dank verpflichtet.

Literatur

- AHMAD M, PITT FORD T R, CRUM L: Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod* 13: 93–101 (1987)
- ANDERSEN M, LUND A, ANDREASEN J O, ANDREASEN F M: *In vitro* solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol* 8: 104–108 (1992)
- BAUMGARTNER J C, CUENIN P R: Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 18: 605–612 (1992)
- CYMERMAN J J, JEROME L A, MOODNIK R M: A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal system. *J Endod* 9: 237 (1983)
- GOLDMAN L B, GOLDMAN M, KONMAN J H, SUN LI P: Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. *Oral Surg* 48: 79–83 (1979)
- HÜLSMANN M, STRYGA F: Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod* 19: 141–145 (1993)
- LUSSI A, NUSSBÄCHER U, GROSREY J: A novel non-instrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod* 19: 549–553 (1993)
- LUSSI A, MESSERLI L, HOTZ P, GROSREY J: A new non-instrumental cleaning and filling root canals. *Int Endod J* 28: 1–6 (1995)
- LUSSI A, SUTER B, GROSREY J: In-vivo-Obturation von Wurzelkanälen mit der neuen Vakuumtechnik. *Endodontie* 3: 189–193 (1996)
- LUSSI A, SUTER B, GROSREY J: Obturation of root canals *in vivo* with a new vacuum technique. *J Endod* 23: 629–631 (1997a)
- LUSSI A, SCHROEDER A, HOTZ P, STICH H: Cleansing and obturation of the root canal system without conventional instrumentation. *Australian Endodontic Newsletter* 23: 16–20 (1997b)
- LUSSI A, PORTMANN P, NUSSBÄCHER U, IMWINKELRIED S, GROSREY J: Comparison of two devices for root canal cleansing by the non-instrumentation technology (NIT). *J Endod* 25: 9–13 (1999 a)
- LUSSI A, IMWINKELRIED S, STICH H: Obturation of root canals with different sealers using the non-instrumentation technology (NIT). *Int Endod J* 32: 17–23 (1999 b)
- NUSSBÄCHER U: Hydrodynamisches Verfahren für die Wurzelkanalaufbereitung. Dissertation (1992)
- PORTMANN P, LUSSI A: A comparison between a new vacuum obturation technique and lateral condensation: An *in vitro* study. *J Endod* 20: 292–295 (1994)
- SCHROEDER A: *Endodontie. Ein Leitfaden für Studium und Praxis.* Quintessenz Verlags GmbH, Berlin (1981)
- WALKER T L, DEL RIO C E: Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J Endod* 15: 49–59 (1989)