
Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

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

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

Assistant Editor
Redaktions-Assistent
Rédacteur assistant
Tuomas Waltimo, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
A. Filippi, Basel
J. Fischer, Bern
L.M. Gallo, Zürich
R. Glauser, Zürich
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, Zürich
K.W. Grätz, Zürich
Ch. Hämmerle, Zürich
N. Hardt, Luzern
T. Imfeld, Zürich

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

S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
C. Ramseier, Bern
M. Richter, Genève
S. Ruf, Bern
H.F. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
U.P. Saxer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
S. Scherrer, Genève
P. Schüpbach, Horgen
H. van Waes, Zürich
P. Velvart, Zürich
T. von Arx, Bern
F. Weber, Zürich
R. Weiger, Basel
A. Wichelhaus, 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

Die Balanced Force und die GT-Rotary-Technik im Vergleich zur nicht instrumentellen Technik (NIT)

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, den Reinigungseffekt der neuesten Modifikation der nicht instrumentellen Technik (NIT) mit dem der konventionellen instrumentellen Aufbereitung zu vergleichen. Hundert frisch extrahierte vitale, bis zur Verarbeitung tiefgefroren gelagerte Molaren wurden bezüglich der Wurzelkrümmung in fünf gleich verteilte Gruppen aufgeteilt.

Die konventionelle Instrumentierung erfolgte einerseits nach der Balanced-Force-Technik und andererseits mit der GT-Rotary-Technik. Bei jedem Zahn wurde mit 40 ml 3%igem NaOCl gespült. Die Zähne von drei Gruppen wurden während 2,5, 5 respektive 10 Minuten mit der NIT aufbereitet. Die nach der Aufbereitung zurückgebliebenen Pulpareste wurden angefärbt, dargestellt und mit einem Bildanalyse-System unter totaler 37,5-facher Vergrößerung im apikalen, mittleren und koronalen Abschnitt ausgemessen.

Die statistische Überprüfung zeigte, dass im koronalen und mittleren Abschnitt sowie bei Betrachtung der gesamten Wurzelkanallänge der Reinigungseffekt der NIT bei 5- und 10-minütiger Reinigungsdauer signifikant besser war als einerseits die NIT bei 2,5-minütiger Reinigungsdauer und andererseits die mechanische Aufbereitung mit GT Rotary Files oder K-Flexfiles. Im apikalen Abschnitt wiesen die NIT bei 5- und 10-minütiger Reinigungsdauer sowie die Aufbereitung mit GT Rotary Files einen statistisch signifikant besseren Reinigungseffekt auf als die Aufbereitung mit K-Flexfiles und die NIT bei 2,5-minütiger Spüldauer.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 12–18 (2004)

Schlüsselwörter: Endodontie, nicht instrumentelle Technik, Balanced Force, GT Rotary

Zur Publikation angenommen: 15. September 2003

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. A. Lussi

Klinik für Zahnerhaltung, Freiburgstrasse 7, 3010 Bern

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

E-Mail: adrian.lussi@zmk.unibe.ch

ADRIAN LUSSI, MERET HOTZ und HERMANN STICH

Universität Bern, Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin

Einleitung

Der Erfolg der Wurzelkanalbehandlung ist von der vollständigen Ausräumung irreversibel geschädigten Pulpagewebes, der Desinfektion und dem bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanalsystems abhängig. Der Verwirklichung dieser Punkte stehen die komplizierten anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanäle gegenüber. Die konventionelle Wurzelkanalaufbereitung wird mit verschiedenen mechanisch-chemischen Verfahren durchgeführt. Neben der Handaufbereitung z.B. mit der Balanced-Force-Technik (ROANE et al. 1985) wurden in den letzten Jahren verschiedene maschinelle Methoden entwickelt, die mit der Einführung von Nickel-Titan-Instrumenten eine wesentliche Verbesserung erfuhrten. Vertreter sind die Greater Taper (= GT) (BUCHANAN 1998a, 1998b) Rotary-Instrumente (Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Schweiz), welche niedrigtourig rotie-

rend verwendet werden (150–300 Umdrehungen pro Minute). Das den GT Rotary Files zu Grunde liegende Konzept basiert auf der Verwendung von Instrumenten mit unterschiedlichen Konizitäten und verschieden langen, schneidenden Feilenteilen für die unterschiedlichen Phasen der Kanalpräparation (SUTER 1999).

Alle mechanischen Aufbereitungssysteme verfolgen das Ziel, möglichst alle Wurzelkanalbereiche gleichmässig konisch und konzentrisch zu präparieren, wobei die Aufbereitung immer durch den Gebrauch eines chemisch wirksamen Spülmittels unterstützt wird. Bis heute ist Natriumhypochlorit (NaOCl) dank seiner antiseptischen und gewebsauflösenden Wirkung das am häufigsten verwendete Spülmittel. Obwohl mit diesen mechanischen Instrumentationstechniken gute klinische Ergebnisse erzielt werden, ist es mit ihnen nicht möglich, alle Seitenkanäle, Isthmen und Nischen zu reinigen. Mit der maschinellen Aufbereitung mittels nicht instrumenteller Technik (NIT) soll hingegen das gesamte Wurzelkanalsystem erreicht und aufbereitet werden (LUSSI et al. 1993, PORTMANN & LUSSI 1994, LUSSI et al. 1995, 1999). Diese Methode beinhaltet die Ausräumung des Pulpagewebes allein durch Spülen mittels NaOCl. Bei bestehendem Unterdruck werden Druckschwankungen erzeugt, die zur Bildung und anschließender Implosion von Blasen führen. Dieser Vorgang findet bis zu 250-mal pro Sekunde statt und führt zu hydrodynamischen Turbulenzen, die einen regen Austausch der Spülflüssigkeit im gesamten Endodont bewirken. Die gute gewebsauflösende Wirkung von NaOCl soll dadurch zur vollständigen Ausräumung des Pulpagewebes führen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Reinigungseffekt der neuesten Modifikation der nicht instrumentellen Technik (NIT) bei unterschiedlicher Spüldauer mit dem der konventionellen instrumentellen Aufbereitung zu vergleichen.

Die konventionelle Instrumentierung wurde einerseits mittels GT Rotary Files und andererseits mittels Handaufbereitung mit K-Flexofiles nach der Balanced-Force-Technik (ROANE et al. 1985) vorgenommen.

Material und Methode

Hundert frisch extrahierte, vitale Molaren wurden bis zur Verarbeitung tiefgefroren gelagert. Es wurde darauf geachtet, dass Krone und Wurzel der Zähne intakt waren. 24 Stunden vor der Aufbereitung wurden die Zähne aus dem Tiefkühlschrank genommen, aufgetaut und anschliessend mit Scaler und Skalpell mechanisch gereinigt (HOTZ 2002). Die Wurzelkrümmung wurde durch ein standardisiertes Röntgenverfahren bestimmt (SEPIC et al. 1989, SAUNDERS & SAUNDERS 1994), indem die Röntgenbilder auf eine Folie (Tracing Film, 3M Unitek Dental Products, Monrovia, USA) durchgezeichnet und der grösste Krümmungswinkel bestimmt wurde (SCHNEIDER 1971). Die Zähne wurden in aufsteigender Reihenfolge ihres grössten Krümmungswinkels sortiert und in 20 Pools mit je fünf Zähnen aufgeteilt (Tab. I). Aus jedem dieser Pools wurde zufällig ein Zahn herausgenommen und einer Gruppe zugeteilt. Dieser Vorgang wurde wiederholt, bis fünf Gruppen mit je 20 Zähnen vorhanden waren, welche eine äquilibrierte Verteilung der Wurzelkanalkrümmung aufwiesen.

Die Handaufbereitung mittels Balanced-Force-Technik (Roane)

Nach Darstellung der Kanaleingänge mit einem Diamantbohrer wurde eine K-Flexofile 8 (Maillefer SA, Ballaigues, Schweiz)

Tab. I Angewendete Methoden, Anzahl Kanäle, Reinigungsdauer und verbrauchte Menge an NaOCl

Aufbereitungsart	Anzahl Zähne (Kanäle)	Reinigungsdauer pro Zahn in Min.	Totale Menge NaOCl (3%) in ml (x ± SEM)
Balanced-Force-Technik	20 (50)	30,5	40
GT Rotary	20 (51)	12,8	40
NIT	20 (54)	10	31,25 ± 1
NIT	20 (53)	5	19,15 ± 0,38
NIT	20 (48)	2,5	11 ± 0,22

soweit in den Kanal vorgeschoben, bis sie am Apex sichtbar war. Die so gemessene Länge der Feile minus einen Millimeter definierte die apikale Konstriktion, das «Foramen physiologicum» (HÜLSMANN 1989). Zur primären Aufbereitung der Kanäle wurde die Step-Down-Technik mittels Gates-Glidden-Bohrern (Maillefer SA, Ballaigues, Schweiz) angewandt. In absteigender Reihenfolge von #3 bis #1 wurde bis 2–3 mm oberhalb der Krümmung der Kanäle oder 7–8 mm vor den Apex aufbereitet, wobei mit jedem weiteren Instrument ein Längengewinn von 1–2 Millimetern erzielt wurde. Zur weiteren Aufbereitung der Kanäle diente die Balanced-Force-Technik (ROANE et al. 1985, SEPIC et al. 1989).

Dazu verwendete man K-Flexofiles (Maillefer SA, Ballaigues, Schweiz) der Grösse #8, #10, #15, #20, #25, #30 und #35. Die K-Flexofile #35 diente als Master Apikal File (MAF). Anschliessend wurde mit den Grössen #40, #45 und #50 eine Stepback-Aufbereitung in 1-mm-Schritten vorgenommen. Nach Beschädigung oder nach spätestens sechs Zähnen wurden die Instrumente ausgewechselt. Zwischen jedem neuen Instrument wurde der Kanal mit einer stumpfen Nadel mit seitlicher Öffnung (Max-I-Probe, Kerr Have, 6934 Bioggio, Schweiz) mit 3%igem NaOCl gespült. Die gesamte Spülmenge NaOCl betrug pro Zahn 40 ml. Die Zeit von Beginn bis zum Ende der Aufbereitung mit den Instrumenten wurde gemessen und notiert.

Die maschinelle Aufbereitung mittels GT Rotary Files

Die Längenbestimmung wurde wie vorher beschrieben vorgenommen. Für die Crown-down-Präparation wurden vier Instrumente (GT Rotary Files #.12/20, #.10/20, #.08/20, #.06/20) mit abnehmender Konizität verwendet. Zur apikalen Kanalpräparation wurden weitere vier Instrumente mit gleicher Konizität in aufsteigender Grösse angewendet (GT Rotary Files #.04/20, #.04/25, #.04/30, und #.04/35). Die GT Rotary File #.04/35 diente als Master Apikal File (MAF). Nach Beschädigung oder nach spätestens sechs Zähnen wurden die Instrumente ausgewechselt. Zwischen jedem neuen Instrument wurde der Kanal mit einer stumpfen Nadel mit seitlicher Öffnung (Max-I-Probe, Kerr Have, 6934 Bioggio, Schweiz) mit 3%igem NaOCl gespült. Die gesamte Spülmenge NaOCl betrug pro Zahn 40 ml. Die Zeit von Beginn bis zum Ende der Aufbereitung mit den Instrumenten wurde festgehalten.

Die maschinelle Aufbereitung mittels nicht instrumenteller Technik (NIT)

Die Okklusalfäche der Molaren wurde auf einem Schleifapparat (Knuth-Rotor, Struers K/S, Kopenhagen, Dänemark) planiert, das Pulpakavum mit einem normierten Diamantbohrer (Yota AG, Rüti, Schweiz) eröffnet und mittels normiertem Diamantbohrer der Zahn für die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung präpariert.

Die Wurzeln der Molaren wurden in porösen Zement mit einer durchschnittlichen Dicke von 1,5–2 mm eingebettet. Die so erreichte spongiosaartige Konfiguration des Zementmantels diente zur Simulation des Parodonts (NUSSBÄCHER 1992). Nun wurde das Ansatzstück des Druckwechselgenerators (Abb. 1), das in seiner Dimension zum Diamantbohrer passte, eingedrückt. Die Schläuche des Generators wurden am anderen Ende auf die Pulpentfernungsmaschine gesteckt. Die Wurzelkanäle wurden anschliessend mit der Maschine während 10, 5 respektive 2,5 Minuten gereinigt. Während dieser Zeit wurden die Molaren an einer Vorrichtung aufgehängt und bis zum Kronenrand in ein auf 37,5 °Celsius aufgeheiztes Blutimitat gehängt. Die physikalischen Eigenschaften (Viskosität, elektrischer Widerstand, Ionenstärke) entsprachen denen des menschlichen Blutes. Ein hochempfindliches Indikatorsystem diente dazu, kleinste über den Apex austretende Mengen NaOCl festzustellen (LUSSI et al. 1993).

Die Konzentration von NaOCl zur Spülung der Wurzelkanäle betrug 3%.

Funktionsweise der nicht instrumentellen Technik (NIT)

Mit einer Unterdruckpumpe wurde ein Unterdruck von 80 mbar gegenüber dem Aussendruck hergestellt. Dadurch wurde das auf 21 °C erwärmte 3%ige NaOCl aus dem Vorratsbehälter (Abb. 1/1) gesogen und durch den Druckwechselgenerator und das Ansatzstück in das Pulpakavum geleitet (Abb. 1/2). Ein Elektromotor (Abb. 1/3) erzeugte durch Heben und Senken der Membran Druckschwankungen im Pulpakavum. Innerhalb des Unterdruckes entstanden in der NaOCl-Spüllösung Druckschwankungen, welche bei Unterdruck in der NaOCl-Lösung zur Bildung von Gasbläschen führten (Abb. 1/4). Bei schnellem

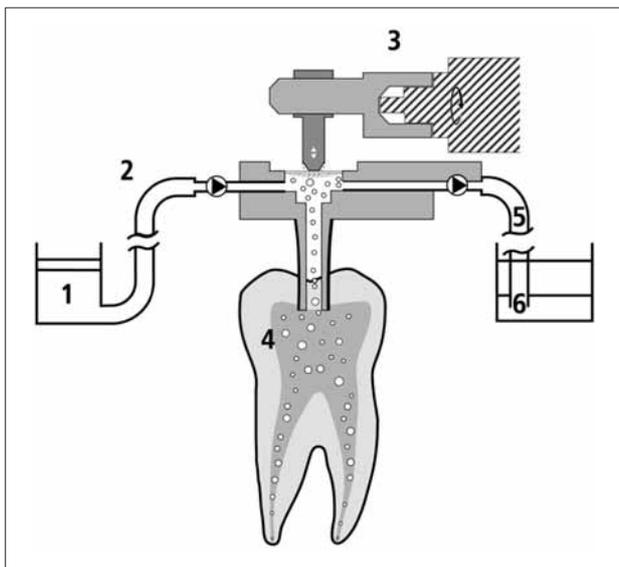


Abb. 1 Vereinfachter Aufbau der Reinigungsmaschine. NaOCl wird aus dem Vorratsbehälter (1) mit einer Unterdruckpumpe angesogen und über einen Schlauch (2) in den Zahn geleitet. Durch die Druckwechseleinheit (3) verursachte Druckschwankungen führen zu Bläschenbildungen und Implosionen der Bläschen (4). Dadurch entstehende hydrodynamische Turbulenzen bewirken, dass das NaOCl im ganzen Wurzelkanalsystem verteilt wird. Die gebrauchte Spüllösung wird über einen weiteren Schlauch (5) in den NaOCl-Aufangbehälter (6) geleitet.

Druckanstieg, immer noch im Unterdruck, implodierten die Bläschen. Die Implosionen führten zu hydrodynamischen Turbulenzen in der Spüllösung, die es dem NaOCl erlaubten, bis in die kleinsten Kanalverzweigungen zu gelangen. Auf Grund der Bildung und Zerstörung der Blasen und der damit verbundenen Volumenänderungen einerseits und dem Unterdrucksystem andererseits wurde verbrauchtes NaOCl über den Abflussschlauch (Abb. 1/5) weggeführt und im NaOCl-Aufangbehälter (Abb. 1/6) aufgefangen. Der bei der Implosion der Gasbläschen im Endodont entstandene Platz wurde durch frisches NaOCl aus dem Vorratsbehälter (Abb. 1/1) gefüllt. Die Menge NaOCl, die zum Aufbereiten gebraucht wurde, wurde gemessen und notiert.

Herstellung und Auswertung der Präparate

Die nach der Aufbereitung der Wurzelkanäle zurückgebliebenen organischen Reste wurden mit einer Goldchlorid-(AuCl₂)-Färbung sichtbar gemacht. Bei einigen Wurzelkanälen, in denen das AuCl₂ nicht bis in den apikalen Bereich vorgedrungen war, blieben Pulpareste ungefärbt und konnten somit nicht gut unterschieden werden. In diesen Fällen erfolgte eine zusätzliche, direkt unter dem Lichtmikroskop vorgenommene Färbung mit in 65%igem Äthanol gesättigten Toluidinblau. Nach der Färbung wurden die Wurzeln der Molaren in ihrer Längsrichtung mit rotem Winkelstück und Diamantbohrer unter Wasserkühlung angeschliffen. Am Schluss liess man eine dünne Wand stehen, die dann mit einer spitzen Sonde aufgebrochen wurde. Der Wurzelkanal wurde dadurch auf seiner ganzen Länge für eine Inspektion zugänglich (Abb. 2). Die optische Kontrolle während der Wurzelkanalfreilegung erfolgte einerseits mittels Lupenbrille (Carl Zeiss, Oberkochen, Deutschland) mit 2,5-facher Vergrößerung und andererseits mittels binokularem Mikroskop (Olympus SO 51, Tokyo, Japan) mit 20-facher Vergrößerung. Die Präparate wurden unter ein Mikroskop (Wild M3Z, Heerbrugg, Schweiz) gelegt. Die optimale Ausleuchtung der Präparate erfolgte durch eine an das Okular befestigte Lampe (Intralux 150H, Volpi AG, Schlieren-Zürich, Schweiz), deren Helligkeit über einen Regler (Kappa Remote-Control CF 8 RCC, Gleichen, Deutschland) eingestellt wurde. Das Bild wurde dann auf einen Computer übertragen, wo die Ausmessung der zurückgebliebenen organischen Reste über eine Bildanalyse-Software (Optimas 4.01, Media Cybernetics L.P., Leiden, Niederlande) erfolgte.



Abb. 2 Durch Abtragen des Dentins wurde der Wurzelkanal bis auf hauchdünne Wände freigelegt. Diese wurden dann mit einer Sonde weggespickt.

te. Aus den Vergrößerungsfaktoren des optischen Systems und des Computerprogrammes resultierte eine totale Vergrößerung von 37,5. Die Wurzeln der Molaren wurden in drei Abschnitte unterteilt. Der apikale Abschnitt reichte von der apikalen Konstriktion her gemessen 2 mm koronalwärts. Der mittlere Abschnitt reichte von 2–4 mm, der koronale Abschnitt von 4–7 mm koronalwärts. Am Bildschirm wurde die Länge der zurückgebliebenen Reste in jedem einzelnen Abschnitt bestimmt und der Prozentsatz der Verunreinigung in jedem Abschnitt verrechnet.

Statistische Auswertung

Da die Werte keiner Normalverteilung folgten, wurden sie mit dem Kruskal-Wallis-Test oder dem Mann-Whitney-U-Test auf statistisch signifikante Unterschiede untersucht. Für multiple Vergleiche wurden die p-Werte nach dem Theorem von Bonferroni korrigiert (Systat 5.2, Systat, Inc., Evanston, IL). Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt.

Resultate

Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen die in den Wurzelkanälen übrig gebliebenen organischen Verunreinigungen in Relation zur beurteilten Länge des Kanalabschnitts. Statistisch signifikant unterschiedliche Methoden ($p \leq 0,05$) sind mit einem Strich verbunden. Bei den apikalen Wurzelkanalabschnitten liess sich zwischen GT Rotary (durchschnittliche Aufberei-

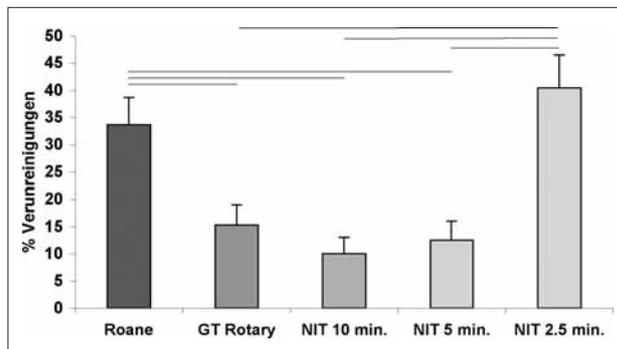


Abb. 3 Im apikalen Abschnitt übrig gebliebene organische Verunreinigungen in Relation zur beurteilten Länge des Kanalabschnitts ($\times + SEM$). Angaben in %. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind mit einer Linie markiert.

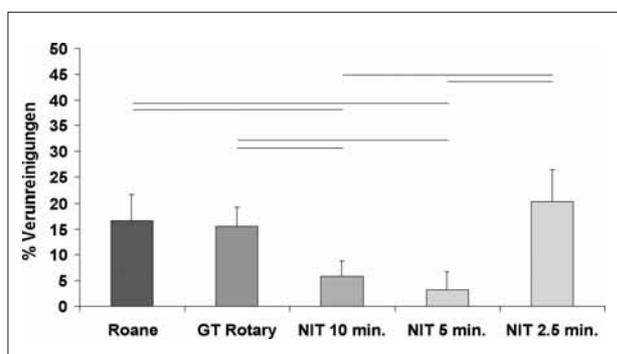


Abb. 4 Im mittleren Abschnitt übrig gebliebene organische Verunreinigungen in Relation zur beurteilten Länge des Kanalabschnitts ($\times + SEM$). Angaben in %. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind mit einer Linie markiert.

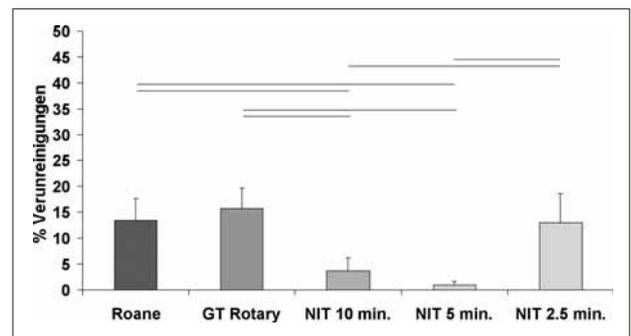


Abb. 5 Im koronalen Abschnitt übrig gebliebene organische Verunreinigungen in Relation zur beurteilten Länge des Kanalabschnitts ($\times + SEM$). Angaben in %. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind mit einer Linie markiert.

tungszeit 12,75 Min.) mit $15,31 \pm 3,68\%$ Verunreinigungen, NIT (10 Min.) mit $10,02 \pm 2,9\%$ und NIT (5 Min.) mit $12,49 \pm 3,54\%$ kein statistisch signifikanter ($p > 0,05$) Unterschied feststellen. Bei der Analyse der gesamten Wurzellänge (Abb. 6) liess sich zwischen der NIT (10 Min.) mit $6,13 \pm 2,34\%$ und der NIT (5 Min.) mit $4,9 \pm 1,29\%$ Verunreinigungen kein statistisch signifikanter ($p > 0,05$) Unterschied feststellen. Diese beiden Gruppen schnitten statistisch signifikant besser ab als die Balanced-Force-Technik (30,5 Min.) mit $20,16 \pm 2,98\%$, die GT-Rotary-Technik (12,75 Min.) mit $15,61 \pm 2,75\%$ und die NIT (2,5 Min.) mit $22,96 \pm 4,25\%$, wobei zwischen diesen kein statistisch signifikanter Unterschied festzustellen war. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen mit der NIT aufbereitete Wurzelkanäle. Bei den Gruppen 3 (NIT, 10 Min.) und 5 (NIT, 2,5 Min.) wurde jeweils ein Mal ein Übertritt von NaOCl über den Apex festgestellt.

Diskussion

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass die Reinigung mit der nicht instrumentellen Technik (NIT) bei 5- und 10-minütiger Spüldauer im koronalen und mittleren Wurzelabschnitt sowie über die gesamte Wurzelkanallänge betrachtet signifikant besser war ($p < 0,05$) als bei der mechanischen Aufbereitung maschinell mit GT Rotary oder bei der Aufbereitung von Hand mit der Balanced-Force-Technik. Im apikalen Wurzelabschnitt war die GT-Rotary-Methode mit der NIT bei 5- und

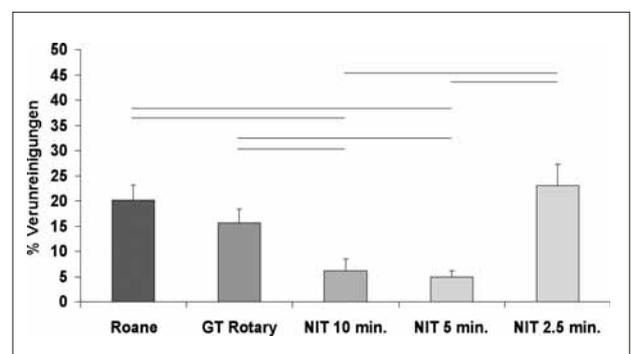


Abb. 6 Das Total übrig gebliebener organischer Verunreinigungen in Relation zur totalen Wurzellänge ($\times \pm SEM$). Angaben in %. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind mit einer Linie markiert.



Abb. 7 Wurzelkanäle, die während 10 Min. mit der nicht instrumentellen Technik gereinigt wurden (Originalvergrößerung 2X).



Abb. 8 Wurzelkanal, der während 5 Min. mit der nicht instrumentellen Technik gereinigt wurde (Originalvergrößerung 2X). Beachte die Pulparesten im apikalen Bereich.

10-minütiger Spüldauer gleichwertig. Im koronalen und mittleren Abschnitt sowie bei Betrachtung der totalen Länge der Wurzelkanäle schneiden die beiden mechanischen Methoden statistisch gesehen gleichwertig ab. Im apikalen Abschnitt ist die mechanische Aufbereitung mit GT Rotary Files der Balanced-Force-Technik mit K-Flexofiles statistisch signifikant überlegen. Dies könnte an der grossen Flexibilität der aus Nickel-Titan hergestellten GT Rotary Files und deren grösseren Konizität liegen, welche auch in gekrümmten Kanälen ein exaktes Bearbeiten des apikalen Abschnittes erlaubt. In dieser Untersuchung wurde kein EDTA zur Entfernung der Schmierschicht verwendet. Der Effekt der Schmierschicht auf die Dichtigkeit der Obturation wird kontrovers beurteilt (TIMPAWAT 2001, NIU et al. 2003, GUERISOLI et al. 2003, SALEH et al. 2003). Bei der hier verwendeten Färbe- und Beurteilungsmethode war es möglich, organische Reste von der Schmierschicht zu unterscheiden und damit sicherzustellen, dass nicht irrtümlicherweise Schmierschicht als organische Reste klassiert wurde, was zu einer fälschlicherweise erhöhten Verschmutzung bei den konventionell aufbereiteten Wurzelkanälen geführt hätte.

Die Ergebnisse korrelieren mit einer früheren Studie über die erste Generation der Pulpenentfernungsmaschine. Dort wurde gezeigt, dass die nicht instrumentelle Technik mit 2- und 3%iger NaOCl-Spülung bezüglich Reinigungseffekt der Handaufberei-

tung mittels Step-Back-Technik gleichwertig oder überlegen ist (LUSSI et al. 1993). Eine weitere Studie mit 3%iger NaOCl-Spülung zeigte die Überlegenheit der zweiten Generation der Pulpenentfernungsmaschine über die erste Generation (LUSSI et al. 1999). Bei gleichem Versuchsaufbau (10 Min. Spüldauer, 3% NaOCl) stimmen die dort gezeigten Resultate im apikalen Abschnitt ($10,7 \pm 2,4\%$ Verunreinigungen) mit den in dieser Arbeit gefundenen Ergebnissen ($10,02 \pm 2,98\%$ Verunreinigungen) überein. Die Reinigung war sowohl im mittleren Abschnitt ($5,82 \pm 2,74\%$ Verunreinigungen) als auch im koronalen Abschnitt ($3,73 \pm 2,53\%$ Verunreinigungen) schlechter als die der zweiten Generation (jeweils $0,3 \pm 0,2\%$ Verunreinigungen). Diese Diskrepanz könnte durch die Reduktion der NaOCl-Spülmenge bei der neuesten Maschine erklärt werden. Bei gleicher Spüldauer ist die NaOCl-Fliessrate mit $3,13 \pm 0,1$ ml/Min. bedeutend kleiner als bei der zweiten Generation mit $7,0 \pm 0,6$ ml/Min. Der gleiche Sachverhalt könnte für die signifikant schlechtere Reinigung bei 2½-minütiger Spüldauer verantwortlich sein. In aktuellen Untersuchungen wurden zwischen 7 ml bis 30 ml NaOCl pro Kanal verwendet (TATSUTA et al. 1999, GAMBARINI 1999, PETERS & BARBAKOW 2000, SIQUEIRA et al. 2000, HATA et al. 2001). Bei den in dieser Untersuchung verwendeten konventionellen Methoden war die NaOCl-Menge mit 40 ml für durchschnittlich 2,5 Kanäle im erwähnten Bereich der empfohlenen

Spülmittelmenge, bei der nicht instrumentellen Technik war diese Anforderung nur bei einer Spüldauer von 10 Min. pro Zahn erfüllt. Neben der benötigten Spülmenge spielt auch die Verweildauer der NaOCl-Lösung in den Kanälen eine Rolle. BUCHANAN (2001) weist darauf hin, dass für eine effektive Reinigung die Kanäle für mindestens 30 Minuten mit NaOCl in Kontakt sein sollten. Diese Forderung wurde in dieser Studie nur bei der mechanischen Aufbereitung mit K-Flexfiles mit einer durchschnittlich benötigten Aufbereitungs- und Einwirkzeit von 30,5 Min. erfüllt. Trotzdem fielen diese Resultate schlechter aus als diejenigen der NIT bei einer deutlich kürzeren Einwirkzeit von 5 respektive 10 Minuten, was auf den effizienten Austausch der Spülflüssigkeit hindeutet.

Unter Verwendung der NIT mussten in 16 von 60 Fällen (= 26,67%) während den ersten zwei Spülminuten die Schläuche wegen Verstopfung mit Debris ausgewechselt werden. Dies deutet darauf hin, dass der grösste Anteil an Debris während den ersten Spülminuten aus den Wurzelkanälen herausgelöst wurde. Um dieser Verstopfung vorzubeugen, wäre eine Vergrößerung der Schlauchdurchmesser oder die Reduktion der Spülintensität während der ersten 2 Minuten zu überlegen.

In zwei von sechzig Fällen (= 3,33%) wurde bei der Wurzelkanalreinigung mit nicht instrumenteller Technik (NIT) ein Übertritt von NaOCl über den Apex nachgewiesen. Als mögliche Ursache ist die unbeabsichtigte Erzeugung eines ungenügenden Unterdruckes oder eines kurzfristigen Überdruckes durch die Pulpenentfernungsmaschine denkbar. In vivo können kleine Mengen NaOCl im periapikalen Bereich für den Patienten unangenehme Konsequenzen haben (SABALA & POWELL 1989, BECKING 1991). In einer In-vivo-Untersuchung, bei der Wurzelkanäle mit der NIT gereinigt wurden, wurde jedoch gezeigt, dass nicht der Übertritt von NaOCl über den Apex, sondern das Einbluten aus dem periapikalen Gewebe in die Kanäle ein Problem darstellt (ATTIN et al. 2002). Dieser Vorgang bewirkt, dass das für das Funktionieren der Maschine notwendige geschlossene System zerstört wird. Dies bewirkt kleinere hydrodynamische Turbulenzen, was mit der verminderten NaOCl-Konzentration für den im Vergleich zu in-vitro-verminderten Reinigungseffekt verantwortlich zu sein scheint (ATTIN et al. 2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter den Bedingungen dieser In-vitro-Untersuchung bei der dritten Generation der Maschine eine Spüldauer von 5 Minuten als geeignet erscheint, zumal der Reinigungseffekt statistisch gesehen mit dem einer 10-minütigen Spülung vergleichbar ist. Eine Spüldauer von 2,5 Minuten scheint für eine optimale Reinigungswirkung zu kurz zu sein. Indes muss in Betracht gezogen werden, dass die Resultate bei 2,5-minütiger Spülung statistisch gesehen gleichwertig sind mit denen der heute in der Praxis routinemässig angewandten mechanischen Aufbereitungsmethoden (Balanced-Force-Technik, GT Rotary).

Summary

LUSSI A, HOTZ M, STICH H: **Cleaning the root canal system using the non instrumental technique** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 12–18 (2003)

The aim of the study was to compare the cleansing effect of the latest modification of the non-instrumentation technique (NIT) to that of conventional instrumentation.

The root curvature in 100 vital human molars was determined by a standardized X-ray procedure and the teeth were assigned to five groups with 20 teeth each with an equal distribution of the root curvature. The preparation methods were the Balanced

Force technique and the GT Rotary technique. Each root was irrigated with 40 ml of 3% sodium hypochlorite. The other groups were irrigated by NIT during 2.5, 5 or 10 minutes, respectively. The remaining pulpal tissue was stained and the root canals were exposed longitudinally. The teeth were then evaluated using a microscope and an image analysis-system. The residual organic debris in the apical, middle and coronal sections of the root canals were assessed as a percentage of the corresponding total examined length.

The cleansing effect of the NIT in the coronal and middle parts of the canal used for 5 and 10 minutes was significantly better ($p < 0.05$) compared to using the device for 2.5 minutes. The cleansing effect of the NIT in the coronal and middle parts of the canal used for 5 and 10 minutes was also significantly better ($p < 0.05$) compared to using the GT Rotary or Balanced Force techniques. Apically, the cleansing effect of the NIT used for 5 and 10 minutes and the GT Rotary technique was significantly better ($p < 0.05$) compared to using the Balanced Force technique or the NIT for 2.5 minutes. It was concluded that the cleansing effect of the latest modification of the Non-instrumentation Technology (NIT) was equivalent to or better than that of conventional instrumentation requiring significantly less time.

Résumé

Le but de l'étude était de comparer l'effet de nettoyage canalair obtenu par la modification la plus récente de la technique dite «sans instrumentation» (NIT) avec celui réalisé par instrumentation conventionnelle.

La courbure radicaire de 100 molaires humaines fraîchement extraites a été déterminée par une procédure de radiographie standardisée, puis les dents ont été divisées en cinq groupes de 20, respectant une distribution égale par rapport au type de courbure. Les méthodes de préparation conventionnelles étaient d'une part la technique de la force balancée et d'autre part la technique de «GT Rotary». Chaque racine a été irriguée avec 40 ml d'une solution d'hypochlorite de sodium. Les dents de trois groupes ont été instrumentées pendant 2,5, 5 ou 10 minutes selon la technique non instrumentale (NIT).

Les restes de tissu pulpaire ont été colorés puis mesurés par un système d'analyse d'images avec un agrandissement maximal de 37,5 fois. Des mesures ont été effectuées au niveau des segments apical, intermédiaire et coronaire. Les résidus organiques ont été exprimés en pourcentages de la longueur totale du segment correspondant.

L'effet du nettoyage par NIT pendant 5 ou 10 minutes sur les parties coronaire et intermédiaire était significativement supérieur ($p < 0,05$) en comparaison avec celui obtenu par les techniques «GT Rotary» ou force balancée. Au niveau apical, l'effet de nettoyage par NIT pendant 5 ou 10 minutes, ainsi que celui de la technique «GT Rotary» était significativement meilleur ($p < 0,05$) par rapport à celui obtenu avec la technique de force balancée ou le NIT pendant 2,5 minutes. Il a été conclu que l'effet de nettoyage canalair réalisé par la plus récente modification de la technique non instrumentale (NIT) était équivalent ou supérieur à celui obtenu par instrumentation conventionnelle et nécessitait significativement moins de temps.

Literaturverzeichnis

ATTIN T, BUCHALLA W, ZIRKEL C, LUSSI A: Clinical evaluation of the cleansing properties of the noninstrumental technique for cleaning root canals. Int Endod J 35: 929–933 (2002)

- BECKING A: Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 71: 346–348 (1991)
- BUCHANAN L: Continuous wave of condensation technique. *Endod Pract* 1: 7–23 (1998a)
- BUCHANAN L: The standardized-taper root canal preparation, Part 1: Concepts for variably tapered shaping instruments. *Dentistry Today* 17: 54–60 (1998b)
- BUCHANAN L: The standardized-taper root canal preparation, Part 3: GT file technique in large root canals with small apical diameters. *Int Endod J* 34: 149–156 (2001)
- GAMBARINI G: Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. *J Endod* 25: 800–803 (1999)
- GUERISOLI D M Z, MARCHESAN M A, WALMSLEY A D, LUMLEY P J, PECORA J D: Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J* 35: 418–421 (2002)
- HATA G, HAYAMI S, WEINE F, TODA T: Effectiveness of oxidative potential water as a root canal irrigant. *Int Endod J* 34: 308–317 (2001)
- HOTZ M: Vergleich des Reinigungseffekts der nicht instrumentellen Technik (NIT) mit dem von konventionellen endodontischen Aufbereitungsmethode. Eine in vitro Studie. *Med. Diss. Bern* (2002)
- HÜLSMANN M: Die endodontische Kanallängenbestimmung in der Endodontie – Indikation, Anwendung, Grenzen. *Quintessenz* 16: 1809–1820 (1989)
- LUSSI A, NUSSBÄCHER U, GROSERY J: A novel non-instrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod* 19: 549–553 (1993)
- LUSSI A, MESSERLI L, HOTZ P, GROSERY J: A new non-instrumental technique for cleaning and filling root canals. *Int Endod J* 28: 1–6 (1995)
- LUSSI A, PORTMANN P, NUSSBÄCHER U, IMWINKELRIED S, GROSERY J: Comparison of Two Devices for Root Canal Cleansing by the Noninstrumentation Technology. *J Endod* 25: 9–13 (1999)
- NUSSBÄCHER U: Hydrodynamisches Verfahren für die Wurzelkanalaufbereitung. *Med. Diss. Bern* (1992)
- NIU W, YOSHIOKA T, KOBAYASHI C, SUDA H: A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 35: 352–358 (2002)
- PETERS O, BARBAKOW F: Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 26: 6–10 (2000)
- 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)
- ROANE J, SABALA C, DUCANSON M JR: The «balanced force» concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 11: 203–211 (1985)
- SABALA C, POWELL S: Sodium hypochlorite injection into peri-apical tissues. *J Endod* 15: 490–492 (1989)
- SALEH I M, RUYTER I E, HAAPASALO M, ORSTAVIK D: The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J* 35: 859–866 (2002)
- SAUNDERS W, SAUNDERS E: Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endod* 20: 440–444 (1994)
- SCHNEIDER S: A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg* 32: 271–275 (1971)
- SEPIC A, PANTERA E JR, NEAVERTH E, ANDERSON R: A comparison of Flex-R files and K-type files for enlargement of several root canals. *J Endod* 15: 240–245 (1989)
- SIQUEIRA J JR, ROCAS I, FAVIERI A, LIMA K: Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 26: 331–334 (2000)
- SUTER B: Die Wurzelkanalaufbereitung mit GT Rotary Files. *Endodontie* 3: 247–257 (1999)
- TATSUTA C, MORGAN L, BAUMGARTNER J, ADEY J: Effect of calcium hydroxide and four irrigation regimens on instrumented and uninstrumented canal wall topography. *J Endod* 25: 93–98 (1999)
- TIMPAWAT S, VONGSAVAN N, MESSER H H: Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J Endod* 27: 351–353 (2001)