



Michael Arnold, Frank Paqué

Klinisches Management X-förmiger Wurzelkanalkonfigurationen bei ersten Oberkiefermolaren



Michael Arnold

Dipl. Stom.
Praxis für Endodontie und
Zahnerhaltung
Königsstr. 9
01097 Dresden

Frank Paqué

Dr. med. dent.
Klinik für Präventivzahnme-
dizin, Parodontologie und
Kariologie
Zentrum für Zahn-, Mund-
und Kieferheilkunde der
Universität Zürich
Plattenstr. 11
8028 Zürich / Schweiz

Korrespondenzadresse:
Dipl. Stom. Michael Arnold
E-Mail: info@rootcanal.de

INDIZES Anatomie, Wurzelkanalaufgabelung, Oberkiefermolar, MicroCT, Dentalmikroskop, Ultraschall, Diagnostik

Die klinische Differenzierung der Wurzelkanalsysteme an ersten Oberkiefermolaren vom Typ II, VI und VII nach Vertucci kann den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung beeinflussen. Insbesondere bei infizierten Wurzelkanalsystemen und in Revisionsfällen besteht die Notwendigkeit, eine erneute Aufteilung des Wurzelkanalsystems rechtzeitig zu erkennen. Einige relativ sowie absolut sichere diagnostische Hinweise ermöglichen die Differenzierung der unterschiedlichen Wurzelkanalverlaufsformen. Das Dentalmikroskop mit Xenonbeleuchtung ist ein unabdingbares Hilfsmittel, um solche Wurzelkanalaufteilungen erkennen zu können. Die Anwendung einer minimalinvasiven, sonoabrasiven Präparation schafft die Voraussetzung für die vollständige mechanische Aufbereitung mit rotierenden NiTi-Instrumenten, die Desinfektion und einen dichten Verschluss.

■ Einleitung

Durch den Einsatz moderner Technologien hat sich die mechanische Aufbereitung von Wurzelkanälen im vergangenen Jahrzehnt dramatisch sehr stark verändert. Vor allem die Verwendung eines Dentalmikroskops ermöglicht, nicht nur am Pulpakammerboden, „zusätzliche“ Wurzelkanäle zu finden. Es gibt dem Behandler auch die Möglichkeit, in der Tiefe eines Wurzelkanalsystems nach Aufzweigungen zu suchen, so dass er nicht nur auf die Ertastung dieser Strukturen angewiesen ist. Der Zahn mit der vielleicht komplexesten Wurzelkanalanatomie im menschlichen Gebiss ist der erste Oberkiefermolar¹⁻³. Dabei verdient die mesiobukale Wurzel eine besondere Beachtung. Die mechanische Präparation der Wurzelkanäle ist die Voraussetzung, das Wurzelkanalsystem in seiner gesamten, komplexen Ausdehnung zu reinigen und zu desinfizieren. Hier-

für stellt die vollständige mechanische Bearbeitung der Wurzelkanäle der Vertucci-Klassen VI und VII eine sehr große Herausforderung an den behandelnden Zahnarzt dar (Abb. 1).

■ Literaturübersicht

Schon vor über 100 Jahren wurde auf die besondere Anatomie in der mesiobukalen Wurzel erster Oberkiefermolaren hingewiesen⁴⁻⁶. Auf das regelmäßige Vorkommen eines vierten Wurzelkanals machte Moral im Jahre 1915 aufmerksam und gab die Prävalenz mit 63 % an¹. Walter Hess bestätigte in seiner Habilitationsschrift die Zahlen von Moral und gab das Vorkommen des vierten Wurzelkanals mit 53 % an⁷. Durch verbesserte Untersuchungsmethoden werden in jüngeren Studien realistische Zahlen von bis zu

Manuskript
Eingang: 02.08.2010
Annahme: 13.10.2010

Abb. 1 Transparent präparierter Zahn 26 und Darstellung des Wurzelkanalsystems mit x-förmigem Wurzelkanalverlauf in der mesiobukkalen Wurzel. Die erneute Aufteilung im mittleren Wurzel Drittel bleibt klinisch häufig unentdeckt.

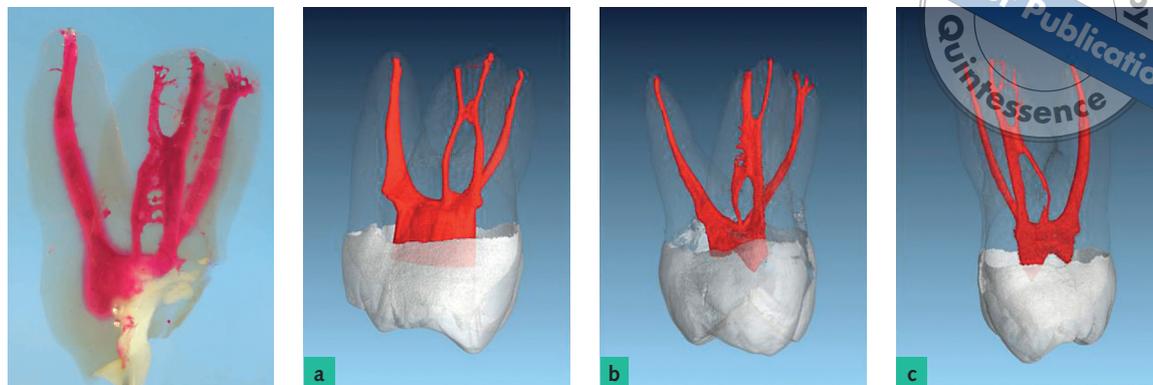


Abb. 2a bis c Dreidimensionale Darstellung von Oberkiefermolaren mit einer Vertucci-Klasse VII-Konfiguration in der mesiobukkalen Wurzel. Die Zähne wurden mit einer Auflösung von 0.016 x 0.016 x 0.016 mm mit einem Mikrocomputertomographen gescannt.

96 % für das Vorkommen eines zweiten mesiobukkalen Wurzelkanals im ersten Oberkiefermolaren angegeben⁸⁻¹¹.

 Literaturhinweis: „mb2“ von Prof. Dr. Michael Hülsmann (S. 369)

In einer klinischen Studie wurden in einem Zeitraum von acht Jahren in 73,2 % der Fälle zweite mesiobukkalen Wurzelkanäle an ersten Oberkiefermolaren behandelt¹². Interessant an dieser Untersuchung ist, dass der Behandler in der Lage war, diese Zahl in den letzten Jahren seiner Untersuchung aufgrund seiner klinischen Erfahrungen und mit Hilfe des Dentalmikroskops auf 93 % zu steigern.

Hess beschäftigte sich 1917 als Erster damit, welchen Einfluss Alter und Entwicklung des Patienten auf die Form und die Zahl der Wurzelkanäle haben⁷. Obwohl nun schon seit fast 100 Jahren die Differenzierung breiter, bandförmiger Wurzelkanäle bei Kindern und Jugendlichen zu komplexen Wurzelkanalsystemen in Zähnen Erwachsener bekannt ist, wurde diese Tatsache bisher nur spärlich untersucht. In einer jüngeren Untersuchung konnte der Einfluss des Alters des Patienten auf die Konfiguration der Wurzelkanäle erster und zweiter Unterkiefermolaren gezeigt werden¹³. Ebenso konnten Thomas et al. einen Einfluss des Alters auf die Konfigurationen in der mesiobukkalen Wurzel oberer erster und zweiter Molaren feststellen¹⁴.

Um die Komplexität der Anatomie dieser Wurzel erfassen zu können, bedarf es spezieller Klassifikationen. Unabdingbar für das Verständnis von

Wurzelkanalkonfigurationen innerhalb einer Wurzel ist die klassische Einteilung nach Vertucci¹⁵. Diese Einteilung stößt jedoch bei sehr komplexen Strukturen an ihre Grenzen. Sert et al. geben daher neben Vertucci's Klassen 15 weitere Typen von Wurzelkanalkonfigurationen an¹⁶.

Besondere Beachtung im Hinblick auf die Behandlung der mesiobukkalen Wurzel oberer Molaren verdienen die Vertucci-Klassen VI und VII. Nach Auffinden des zweiten mesiobukkalen Wurzelkanals kann das Konfluieren der beiden Kanäle im mittleren oder apikalen Wurzelkanaldrittel vom Behandler ohne große Schwierigkeiten erkannt werden. Dagegen ist die Wiederaufteilung in zwei separate Wurzelkanäle in tieferen Regionen des Kanalsystems klinisch sehr schwer zu diagnostizieren (Abb. 2). Dabei ist das Auftreten dieser Konfigurationen nicht selten. Schon Hess berichtete in seiner Arbeit über die beiden mesiobukkalen Wurzelkanäle⁷: „Die Teilung kann entweder gleich beim Abgang aus der Pulpakammer beginnen, um sich sogleich wieder in der Mitte oder im oberen Drittel der Wurzel zu vereinigen, um dann als einfacher Kanal bis zur Wurzelspitze zu verlaufen, oder der anfangs geteilte Kanal vereinigt sich wieder, um sich im oberen Drittel (= apikales Drittel) der Wurzel nochmals in zwei gabelig geteilte Kanäle aufzulösen, die getrennt in der Wurzelspitze münden.“ Nach Durchsicht der neueren Literatur (soweit Vertucci-Klassen oder Klassifikationen, aus denen sich die Vertucci-Klassen ableiten lassen, angegeben werden) wird das Auftreten der Vertucci-Klassen VI und VII in der mesiobukkalen Wurzel erster Oberkiefermolaren mit teilweise über 10 % angegeben^{14,17,18}.



Abb. 3a Mesiobukkale Wurzel von Zahn 26, die zur Kontrolle des Behandlungsergebnisses im Rahmen einer In-vitro-Untersuchung transparent gemacht wurde. Trotz Darstellung von zwei mesiobukkalen Wurzelkanälen gelang es unter Sicht mit einer Lupe nicht, die erneute Aufteilung ab dem mittleren Wurzel Drittel zu erkennen und zu behandeln. Die rot angefärbten Areale kennzeichnen die unbehandelten Wurzelkanalstrukturen mit zusätzlich zwei separaten Wurzelkanälen (Pfeile).



Abb. 3b Distalexzentrische Röntgenkontrollaufnahme an Zahn 16 mit einer analogen Wurzelkanalstruktur. Unter Sicht mit einem Dentalmikroskop gelang es, unterhalb der Konfluenz eine Dreiteilung des Kanalsystems zu präparieren und thermoplastisch zu verschließen.



■ Problemstellung

Das Auffinden des zweiten mesiobukkalen Wurzelkanaleingangs in ersten Oberkiefermolaren gelingt mit einem Dentalmikroskop unter vergrößerter Sicht sehr zuverlässig^{12,19-22}.

 Literaturhinweis: „Auffinden und Darstellung des mb2“ von Prof. Dr. Michael Hülsmann (S. 393)

Während der Präparation dieser mesiobukkalen Wurzelkanäle fällt vereinzelt auf, dass der zweite mesiobukkale Wurzelkanal wieder in den ersten mündet, wodurch der Eindruck entsteht, dass es sich um eine Kanalkonfiguration vom Typ II nach Vertucci handelt (Abb. 3a). Zu diesem Zeitpunkt kann aber noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, inwieweit unterhalb der Konfluenz eine erneute Aufteilung der Wurzelkanäle vom Vertucci-Typ VI oder VII stattfindet (Abb. 3b). Damit besteht die Möglichkeit, dass Wurzelkanalanteile nicht mechanisch präpariert und nur unzureichend einer Desinfektion zugeführt werden. Trotz scheinbar röntgenographisch vollständiger Wurzelkanalbehandlung mit einer bis zum Apex reichenden Wurzelkanalfüllung kann damit eine intrakanaläre mikrobielle Besiedlung mit der Folge einer apikalen Parodontitis fortbestehen.

■ Diagnostische Hinweise auf eine Konfluenz

Die Hinweise auf eine erneute Wurzelkanalaufteilung können in relativ und absolut sichere unterschieden werden. Relativ sichere Hinweise sind eine im mittleren Wurzel Drittel befindliche Konfluenz, eine persistierende Blutung nach Vitalexstirpation ohne Überinstrumentation und eine apikal im Vergleich zur Lage der kontrastgebenden Wurzelkanalinstrumente abweichende Wurzelform im Röntgenbild.

Absolut sichere Hinweise auf eine x-förmige Wurzelkanalstruktur sind ein unterhalb der Konfluenz sondierbarer Wurzelkanalanteil oder eine Sealer-auspressung als Ergebnis einer diagnostischen Wurzelkanalfüllung.

Eine Konfluenz der beiden mesiobukkalen Wurzelkanäle oberhalb oder innerhalb des mittleren Wurzel Drittels ist bei ersten Oberkiefermolaren ein erster indirekter Hinweis auf einen x-förmigen Wurzelkanalverlauf. Aufgrund der bis in das apikale Wurzel Drittel reichenden ausgeprägten bukkolingualen Ausdehnung der Wurzel scheint ein frühzeitiges Konfluieren im Sinne einer Konfiguration Typ II nach Vertucci selten aufzutreten.

Das Vorliegen konfluierender Wurzelkanäle kann rechtzeitig erkannt werden. Erfolgt die rotierende Präparation unter Sicht mit einem Dentalmikroskop, ist während der mechanischen Bearbeitung des mesiobukkalen Wurzelkanals das Schwanken der Flüssigkeitssäule im mesiopalatalen Wurzelkanal zu beobachten. Ein sicherer Hinweis auf eine Verbindung der beiden Wurzelkanäle besteht dann, wenn während

der Mikroabsaugung der Spülflüssigkeit aus dem mesiobukkalen Wurzelkanal die Spülflüssigkeit des mesiopalatinalen Wurzelkanals ebenfalls entfernt wird.

■ Ermittlung der Lage der Konfluenz

Die Lage der Konfluenz kann klinisch, endometrisch oder röntgenographisch ermittelt werden. Der klinische Test erfolgt mit einem auf Arbeitslänge eingemessenen Guttaperchastift, der in den mesiobukkalen Wurzelkanal einsetzt wird. In den mesiopalatinalen Wurzelkanal wird ein Handinstrument passiv vorgeschoben, bis ein Widerstand zu spüren ist. Im Anschluss kann zur Kontrolle eine exzentrische Röntgenaufnahme angefertigt werden. Danach werden zuerst das Wurzelkanalinstrument und anschließend der Guttaperchastift entfernt. Die genaue Lokalisation der konfluierenden Wurzelkanäle kann anhand der Impression auf dem Guttaperchastift bestimmt werden.

Während des endometrischen Tests wird ein Wurzelkanalinstrument auf die ermittelte Arbeitslänge nahe der Apexanzeige geführt und im mesiobukkalen Wurzelkanal fixiert. Nachfolgend wird in den mesiopalatinalen Wurzelkanal ein weiteres Wurzelkanalinstrument unter endometrischer Kontrolle eingesetzt. Das Instrument wird am Punkt der identischen Apexanzeige der vorangegangenen Messung fixiert und anschließend eine exzentrische Röntgenaufnahme angefertigt. Durch den Kontakt der beiden Wurzelkanalinstrumente wird im Fall einer Konfluenz mesiopalatinal eine „frühzeitige“ Apexanzeige provoziert. Die Röntgenaufnahme dient zur Kontrolle der vermuteten Konfluenz und zur Bestimmung der Lage in Beziehung zur Wurzelkanalkrümmung.

Ein zusätzliches diagnostisches Hilfsmittel stellt die Nutzung von Papierspitzen zur Ermittlung von Blutungspunkten innerhalb des Wurzelkanals nach abgeschlossener Vitalexstirpation dar. Dazu erfolgt eine Trocknung der Wurzelkanäle mit Mikroabsaugung und Papierspitzen. Eine Papierspitze der Größe 25.04 oder 30.04 wird drucklos auf Arbeitslänge geführt und sofort wieder entfernt. Befinden sich lateral Blutungspunkte oder -flächen, ist dies ein weiterer Hinweis auf ein x-förmiges Wurzelkanalsystem.

■ Therapeutisches Vorgehen

Bei Vorliegen einer Konfluenz mit Hinweisen auf einen x-förmigen Wurzelkanalverlauf empfiehlt sich primär eine Kontrolle der Zugangskavitäten der bisher dargestellten Wurzelkanäle. Von besonderer Bedeutung ist der geradlinige Zugang zum mesiobukkalen Wurzelkanal. Die Zugangskavität muss bis zur Spitze des mesiobukkalen Höckers ausgedehnt sein, damit eine optimale Sicht in den erweiterten Wurzelkanal besteht. Nach einem Preflaring erfolgt die Erweiterung des koronalen Wurzelkanaldrittels mit Gates-Glidden-Bohrern in absteigender Größe. Insbesondere der mesiobukkale Wurzelkanal wird dabei in der Auswärtsbewegung der Instrumente weiter in Richtung Außenkrümmung aufgerichtet. Unter kontinuierlicher Spülung werden die Wurzelkanäle bis zur ermittelten Arbeitslänge in Step-Down- oder Crown-Down-Technik mithilfe passiver Nickel-Titan-Feilen auf eine Konizität von mindestens 6 % erweitert.

Nach einer ultraschallaktivierten Spülung mit NaOCl werden die präparierten Wurzelkanäle mit Papierspitzen getrocknet. Mithilfe des Dentalmikroskops wird die palatinale Begrenzung aus Sicht des mesiobukkalen Wurzelkanals visuell beurteilt. Reste anhaftenden Weichgewebes oder Wurzelfüllmaterials sind Hinweise auf eine weitergehende Ausdehnung des bereits instrumentierten Wurzelkanalsystems. Lässt sich entlang der nach palatinal gerichteten Wurzelkanalwand kein Hinweis auf eine Aufteilung erkennen, wird mit einem in Richtung palatinal stark vorgebogenen MicroOpener 10.04 (Maillefer, Ballaigues, Schweiz) apikal der Wurzelkanalkrümmung sondiert. Das Sondieren in palatinaler Richtung und eine weitere diagnostische Röntgenaufnahme können den Verdacht eines x-förmigen Wurzelkanalsystems bestätigen.

Lässt sich eine Wurzelkanalaufteilung aufgrund schwieriger anatomischer Verhältnisse nicht sicher ausschließen, empfiehlt sich die Anwendung einer diagnostischen Wurzelkanalfüllung. Dazu werden ein leicht fließfähiger und röntgensichtbarer Sealer mit Hilfe einer Papierspitze und thermoplastifizierte Guttapercha intrakanalär appliziert. Die Guttapercha wird anschließend mit einem Handplugger nach apikal komprimiert, so dass der Sealer in vorhandene Nischen gepresst wird. Die im Anschluss anzufertigende Röntgenaufnahme gibt mögliche Hinweise

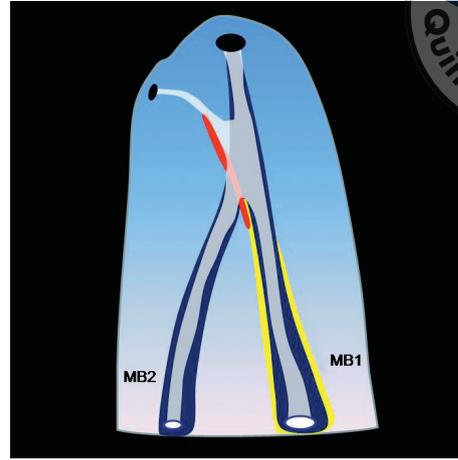
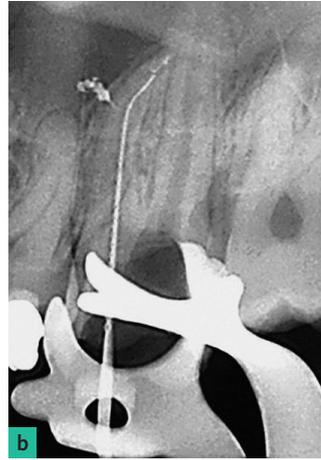
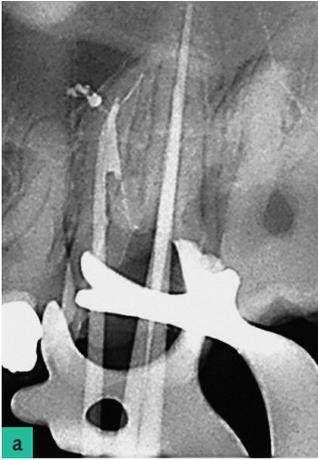
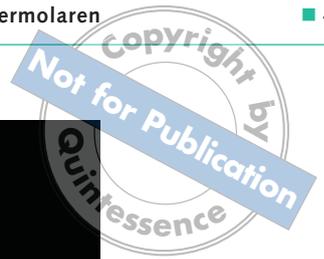


Abb. 4a und b Röntgenkontrastaufnahme nach einer diagnostischen Wurzelkanalfüllung an Zahn 26. a) Die beiden bukkalen Wurzelkanäle vereinigen sich unterhalb der Wurzelkanalkrümmung in der mesiobukkalen Wurzel. Ein weiterer Verlauf konnte nicht instrumentiert werden. Mit Hilfe der thermoplastischen Verdrängung von Sealer gelang es, den weiteren Wurzelkanalverlauf und die extreme Aufteilung darzustellen. b) Während die stark gekrümmte Abzweigung in mesiopalatinaler Richtung mechanisch nicht weiter behandelt wurde, gelang es nach Anwendung einer minimalinvasiven, sonoabrasiven Präparation, den apikalen Wurzelkanalanteil vollständig zu erschließen.

Abb. 5 Grafische Darstellung der mesialen Wurzel eines ersten Oberkiefermolaren mit zwei Wurzelkanälen (weiß) zur Darstellung der nach palatinal gerichteten Aufteilung. Nach der vollständigen Erweiterung der konfluierenden Wurzelkanäle (blau) wurde die konische Präparation des mesiobukkalen Wurzelkanals vorgenommen (gelb). Unter Sicht mit dem Dentalmikroskop erfolgte oberhalb der Abzweigung ein minimalinvasiver Substanzabtrag mit Ultraschall (rot).

auf einen weiteren Verlauf des Wurzelkanalsystems (Abb. 4a und b). Mit vorgebogenen Handfeilen der Größen ISO 06-15 wird der abzweigende Wurzelkanalanteil sequenziell erweitert. Aufgrund der starken Wurzelkanalkrümmung gelingt es häufig nicht, den Wurzelkanal maschinell zu erweitern.

Um die Wurzelkanalabzweigung maschinell erweitern und formen zu können, muss der Zugang entlang der Wurzelkanalaufteilung minimalinvasiv vergrößert werden. Bei mindestens 20-facher Vergrößerung erfolgt mit einer Ultraschallfeile der Größe ISO 25 ein minimalinvasiver Substanzabtrag (Abb. 5). Das vorgebogene Ende der Ultraschallspitze sollte dabei flächig an der Dentineoberfläche anliegen, bevor die trockene Präparation beginnt. Damit kann die amplitudenbedingte Präparation von Stufen vermieden werden. Zum Schutz gegen mögliche Ultraschallfeilenfragmente werden der palatinalen und distobukkale Wurzelkanal jeweils mit einem Wattepellet geschützt. Nach dem Substanzabtrag kann mit der maschinellen Erweiterung der Abzweigung begonnen werden. Es empfiehlt sich der Einsatz neuer und leicht vorgebogener ProFile-Instrumente der Größen 15.04 bis 30.04. Sie werden jeweils über den mesiobukkalen Wurzelkanal in die Abzweigung nach palatinal eingesetzt und dann unter endometrischer Kontrolle maschinell rotierend

auf Arbeitslänge geführt. Nach jedem Feilenwechsel folgt eine passive ultraschallaktivierte Spülung, damit kleinste Anteile an Debris den noch sehr engen Zugang nicht verstopfen.

■ Patientenfall 1

Eine 46-jährige Patientin wurde nach dem Versuch einer Vitalexstirpation und Wurzelkanalbehandlung überwiesen, da die Obliteration der bukkalen Wurzelkanäle ohne spezielle Hilfsmittel nicht überwunden werden konnte. Die Patientin hatte zum Zeitpunkt der Erstvorstellung keine Beschwerden, berichtete aber von zeitweise reizungebundenen Schmerzen ausgehend von Zahn 26. Der Zahn war provisorisch verschlossen, klinisch unauffällig, reagierte auf den Sensibilitätstest mit Kältespray negativ und auf den elektrischen Test positiv. Auf der Röntgenausgangsaufnahme des Zahnes 26 war trotz Überlagerung des Processus zygomaticus periradikulär ein gleichmäßig verfolgbare Desmodontalspalt zu erkennen. Das Füllungsmaterial wies mesial einen leichten Überschuss auf und reichte bis nahe an den Pulpakammerboden. Die bukkalen Wurzelkanäle waren verengt, ließen sich im Röntgenbild



Abb. 6 Röntgenausgangsaufnahme an Zahn 26: der Versuch einer Wurzelkanalbehandlung wurde aufgrund einer vermuteten vollständigen Obliteration abgebrochen. Die bukkalen Wurzelkanäle erschienen stark verengt. Periapikal war der Zahn ohne pathologischen Befund.

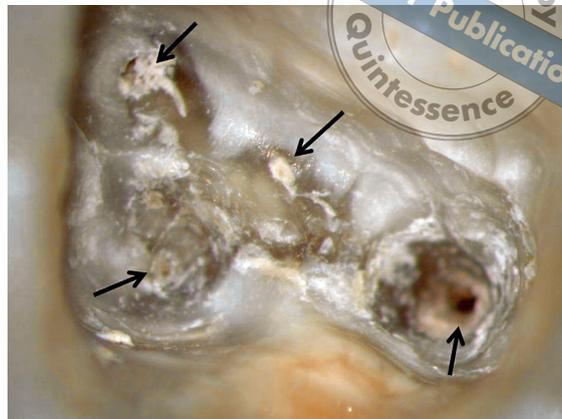


Abb. 7 Klinische Sicht bei 16-facher Vergrößerung in die endodontische Zugangskavität an Zahn 26. Es sind vier Wurzelkanäleingänge bei einer stark ausgeprägten Sekundärdentinanlagerung zu erkennen (Pfeile).

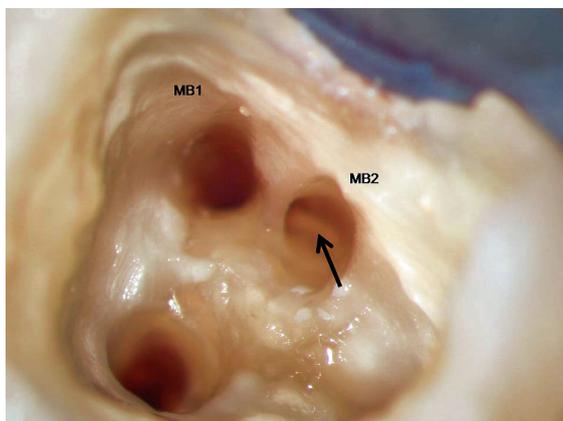


Abb. 8 Klinische Ansicht der vollständig aufbereiteten bukkalen Wurzelkanäle. Der mesiobukkalen und der mesiopalatinalen Wurzelkanal vereinigen sich im mittleren Wurzel Drittel. Das hell erscheinende Dentin auf der palatinalen Grenzfläche markiert die Außengrenze des Wurzelkanalsystems im koronalen Wurzel Drittel (Pfeil).

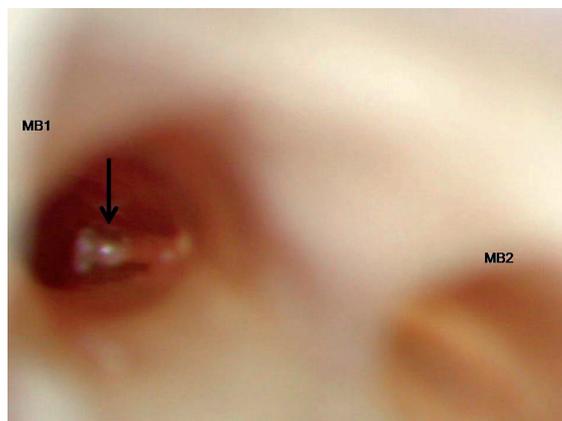


Abb. 9 Nach Erweiterung des mesiobukkalen Wurzelkanals lässt sich unterhalb der konfluierenden Wurzelkanäle eingepresstes Weichgewebe als weiterer Hinweis auf eine zusätzliche Wurzelkanalaufteilung in palatinaler Richtung erkennen (Pfeil).

jedoch bis in das mittlere Wurzelkanal Drittel verfolgen (Abb. 6). Es wurde die Verdachtsdiagnose einer chronischen, irreversiblen Pulpitis gestellt.

Nach der Präparation der endodontischen Zugangskavität konnten vier Wurzelkanäleingänge dargestellt werden. Die profunde distale Approximalkaries wurde vollständig exkaviert. Die bukkalen Wurzelkanäle waren von Sekundärdentin überlagert, am Boden der Pulpakammer war Tertiärdentin zu erkennen (Abb. 7).

Alle aufgefundenen Wurzelkanäle wurden nach einem initialen Preflaring und der Ermittlung der Arbeitslänge maschinell vollständig mit NiTi-Instrumenten präpariert. Während der Präparation

unter kontinuierlicher Spülung mit NaOCl konnte mithilfe des Dentalmikroskop eine Konfluenz der beiden bukkalen Wurzelkanäle bereits 7 mm unterhalb des Wurzelkanäleingangs festgestellt werden. Damit lag die Verbindung der beiden Wurzelkanäle noch innerhalb des mittleren Wurzel Drittels und es bestand der Verdacht auf einen x-förmigen Verlauf der mesiobukkalen Wurzelkanäle (Abb. 8). Der mesiobukkalen Wurzelkanal wurde daraufhin mit Gates-Glidden-Bohrern in absteigender Größe im koronalen Wurzel Drittel durch ein bewusstes Erweitern in mesiobukkalen Richtung, entgegen der äußeren Wurzelkanalkrümmung, weiter ausgeformt. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, über den präpa-

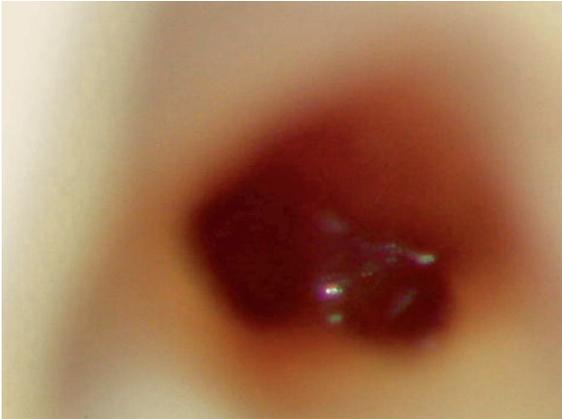


Abb. 10 Ansicht der abschließend erweiterten Wurzelkanalaufteilung bei 30-facher Vergrößerung.



Abb. 11 Leicht mesialexzentrische Röntgenkontrastaufnahme zur Kontrolle der vollständigen Präparation der bukkalen Wurzelkanäle. Die Aufteilung der Wurzelkanäle befindet sich im Übergang zum apikalen Wurzel Drittel (Pfeil).

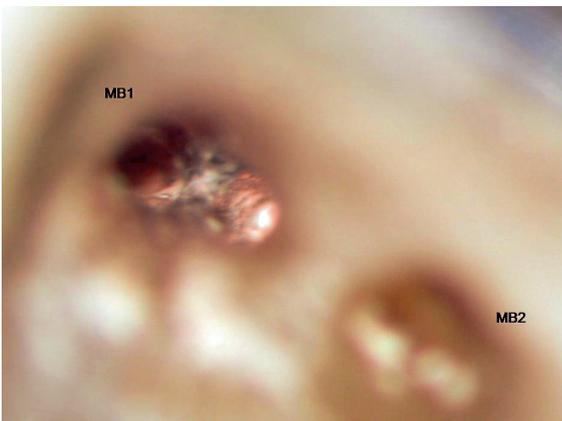


Abb. 12 Ansicht der separat gefüllten Wurzelkanalaufteilung von mesiobukkal.



Abb. 13 Distalexzentrische Röntgenkontrollaufnahme nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung an Zahn 26 mit einer vollständigen und wandständigen Wurzelkanalfüllung.

rierten mesiobukkalen Wurzelkanal die palatinal begrenzende Wurzelkanalwand zu inspizieren und auf eine mögliche Aufteilung des Wurzelkanalsystems zu sondieren. Bereits unter 20-facher Vergrößerung fiel der Verbleib von Weichgewebe innerhalb der Wurzelkanalkrümmung an der palatinalen Wurzelkanalwand auf (Abb. 9). Das Sondieren mit einem stark vorgebogenen MicroOpener 15.04 bestätigte den Verdacht eines weiteren, separaten Wurzelkanalverlaufs in palatinaler Richtung.

Mit minimalinvasiver Ultraschallpräparation wurde der Zugang für die weitere maschinelle Präparation ermöglicht. Die Wurzelkanäle wurden mit Pro-File-Instrumenten in 4%iger Konizität bis zur Größe

30.04 auf Arbeitslänge und in Step-Back-Technik bis zur Größe 45.04 in Höhe der Aufteilung erweitert und ausgeformt (Abb. 10). Nach der Anfertigung einer Masterpointaufnahme und einer abschließenden passiven ultraschallaktivierten Desinfektion sowie Säuberung wurden die Wurzelkanäle getrocknet und mit vertikaler, thermoplastischer Kompaktion gefüllt (Abb. 11 bis 13). Trotz distalexzentrischer Einstellung bei der röntgenologischen Abschlusskontrolle gelang es aufgrund der anatomischen Verhältnisse nicht, die separat behandelten und gefüllten Wurzelkanalteile darzustellen. Lediglich die sehr diskreten und separaten mesialen Sealerüberpressungen weisen auf getrennte apikale Foramen hin.



Abb. 14 Röntgenausgangsaufnahme an Zahn 16 mit einer unvollständigen palatinalen Wurzelkanalfüllung und ungefüllten, stark verengten bukkalen Wurzelkanälen. Mesiobukkal und palatinal lässt sich eine diskrete und diffuse apikale Aufhellung diagnostizieren.

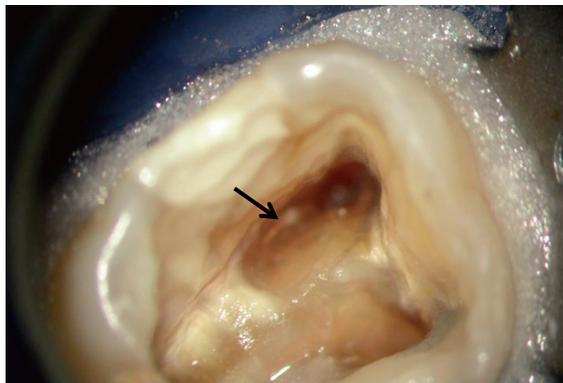


Abb. 15 Nach der Darstellung von vier Wurzelkanaleingängen erfolgte aufbereitungsbedingt die Vereinigung des mesiobukkalen und mesiopalatinalen Wurzelkanals als Folge einer Konfluenz im koronalen Wurzel Drittel. Das hell erscheinende Dentin entlang der palatinalen Wurzelkanalwand diente als Nachweis der äußeren Begrenzung des Wurzelkanalsystems im koronalen Wurzel Drittel (Pfeil).



Abb. 16 Ansicht der separat gefüllten Wurzelkanalaufteilung im apikalen Wurzel Drittel.

■ Patientenfall 2

In Vorbereitung auf eine neue Versorgung mit feststehendem Zahnersatz wurde eine 68-jährige Patientin zur Korrektur einer unvollständigen Wurzelkanalbehandlung an Zahn 16 überwiesen. Der symptomlose Zahn war vor mehr als 10 Jahren endodontisch worden und zeigte sich klinisch unauffällig. Röntgenographisch waren palatinal eine unvollständige Wurzelkanalfüllung und in den stark verengten bukkalen Wurzelkanälen fehlende Wurzelkanalfüllungen zu erkennen. An der mesiobukkalen Wurzel stellte sich der Desmodontalspalt apikal erweitert dar. Es bestand der Verdacht einer infizierten Pulpanekrose mit einer chronischen Parodontitis apicalis (Abb. 14).

Nach der Präparation der endodontischen Zugangskavität wurden vier Wurzelkanaleingänge dargestellt. Bereits während der koronalen Erweiterung der beiden mesiobukkalen Wurzelkanäle war eine koronal liegende Konfluenz etwa 5 mm unterhalb des Wurzelkanaleingangs zu erkennen. Die gering ausgeprägte Dentinbrücke, die die beiden Wurzelkanäle koronal trennte, wurde vollständig entfernt (Abb. 15). Nach einer stark konischen Präparation des mesiobukkalen Wurzelkanals gelang es, eine palatinalwärts gerichtete Abzweigung manuell und maschinell zu instrumentieren. Diese wurde nach ultraschallaktivierter Desinfektion und Spülung vollständig gefüllt (Abb. 16 und 17).

■ Patientenfall 3

Nach Trepanation des avitalen, symptomatischen Zahns 26 in einer Notfallbehandlung erfolgte die Überweisung zur weitergehenden Diagnostik und endodontischen Therapie. Der 48-jährige Patient gab an, dass der Zahn vor mehr als 15 Jahren überkront worden war und vorangehend keine Beschwerden verursacht hatte. In den letzten Wochen beobachtete der Patient eine leichte Aufbissempfindlichkeit und einen schlechten Geschmack. Kurz darauf löste sich die Krone und die Schmerzen wurden stärker.

Der Zahn stellt sich ohne koronale Restauration und okklusal punktförmig trepaniert dar. Distal konnte subgingival weiches Dentin bis zur Pulpakammer exkaviert werden. Der Sensibilitätstest mit Kältespray fiel negativ aus. Die Zahnbeweglichkeit betrug Grad I bei Sulkussondierungswerten bis zu 3 mm. Röntgenographisch war an Zahn 26 eine etwa 1,5 x 1,5 cm große, kortikal abgegrenzte periapikale Aufhellung zu erkennen. Es wurde eine Parodontitis apicalis chronica mit Verdacht einer radikulären Zyste diagnostiziert (Abb. 18).

Nach Kariesentfernung und adhäsiver Aufbaufüllung erfolgte die Darstellung von vier Wurzelkanaleingängen. Auffällig war ein unverhältnismäßig großer Abstand der beiden mesiobukkalen Wurzelkanäle. Erst nach Abschluss der Erweiterung, Reinigung und Trocknung der Wurzelkanäle fiel unter Sicht mit dem Dentalmikroskop und Sondierung mit einem palatinalwärts vorgebogenen MicroOpener der Größe 10.04 eine weiter apikal lokalisierte Abzweigung vom mesiobukkalen Wurzelkanal auf. Eine Konfluenz zwischen dem mesiobukkalen und mesiopalatinalen Wurzelkanal konnte ausgeschlossen werden. Mit einer pa-

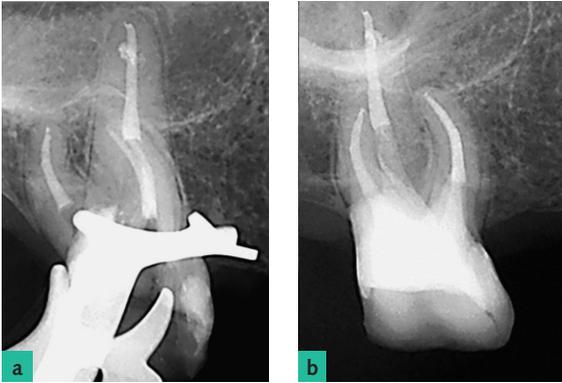


Abb. 17a und b Röntgenkontrollaufnahmen von Zahn 16: a) in mesialezentrischer Projektion und b) in orthoradialer Projektion nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung mit einer vollständigen und wandständigen Wurzelkanalfüllung. Ein diskreter palatinaler Sealerüberschuss etwa 4 mm vor dem röntgenographischen Apex markiert ein zusätzliches, weites Foramen apicale.

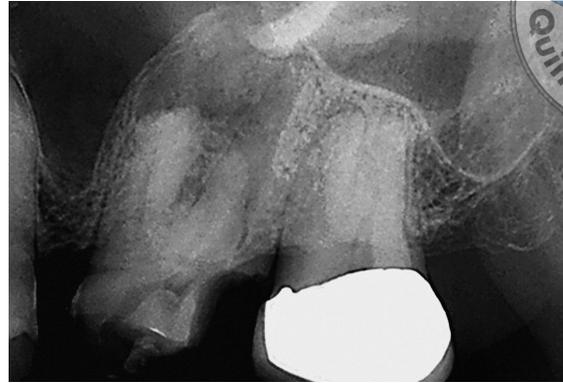


Abb. 18 Röntgenausgangsaufnahme an Zahn 26 mit einer 1,5 x 1,5 cm großen apikalen Läsion und tiefem distalen Zahnhartsubstanzdefekt. Die mesiobukkale Wurzel erscheint in distalexzentrischer Projektion apikal verbreitert.

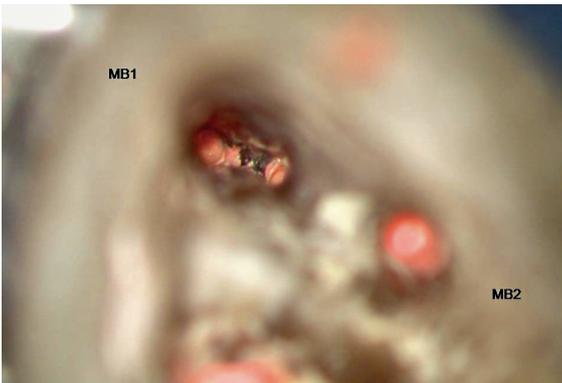


Abb. 19 Ansicht der getrennt verlaufenden und gefüllten Wurzelkanäle in der mesiobukkalen Wurzel. Der mesiobukale Wurzelkanal teilte sich im mittleren Wurzeldrittel in palatinaler Richtung ohne Verbindung zum mesiopalatinalen Wurzelkanal auf.



Abb. 20 Röntgenkontrolle an Zahn 26 in stark distalexzentrischer Projektion. Alle drei mesiobukkalen Wurzelkanalfüllungen erscheinen vollständig bei leichten Sealerüberpresungen.

latinalwärts vorgebogenen Ultraschallfeile der Größe ISO 25 erfolgte ein minimalinvasiver Substanzabtrag oberhalb der Aufzweigung. Nach der manuellen Präparation eines Gleitpfades mit Kerr-Feilen ISO 08-10 gelang unter endometrischer Kontrolle die weitere maschinelle Präparation des zusätzlichen Wurzelkanals mit ProFile-Instrumenten bis zur Größe 30.04. Nach Anfertigung einer Masterpoint-Röntgenaufnahme wurden die Wurzelkanäle thermoplastisch verschlossen (Abb. 19 und 20). Ein Jahr nach Abschluss der Behandlung und Neuüberkronung durch den weiterbehandelnden Zahnarzt war der Patient weiterhin beschwerdefrei. Röntgenographisch zeigte sich an Zahn 26 bei suboptimaler Kronenrandgestaltung eine deutliche Verkleinerung der apikalen Läsion gegenüber dem Ausgangsbefund. Die kortikal scharfe Abgrenzung der



Abb. 21 Einjahreskontrolle an Zahn 26 mit einer röntgenographisch um mehr als 50 % verkleinerten periapikalen Läsion als Hinweis auf eine Tendenz zur Heilung.

Aufhellung ist nicht mehr zu erkennen, so dass von einer deutlichen Heilungstendenz ausgegangen werden kann (Abb. 21).

■ Diskussion

Bleiben Wurzelkanäle oder große Anteile von Wurzelkanälen unbehandelt, so besteht das Risiko post-endodontischer oder persistierender periradikulärer Erkrankungen, die symptomatisch oder asymptomatisch verlaufen können. Entscheidend dabei sind die Menge, die Pathogenität und die Virulenz der zurückbelassenen, möglicherweise in einem Biofilm organisierten Mikroorganismen²³.

In einer retrospektiven klinischen Studie konnte in einem 5-jährigen Beobachtungszeitraum an 5616 oberen Molaren gezeigt werden, dass mit dem Auffinden des zweiten mesiobukkalen Wurzelkanals die Langzeitprognose verbessert werden kann²⁴. Als Ursache für fortbestehende mikrobielle Infektionen werden Anastomosen zwischen den benachbarten Wurzelkanälen und Seitenkanäle mit separatem Kontakt zum Parodontium angenommen.

Das Auffinden konfluierender Wurzelkanalsysteme erfordert grundsätzlich eine genaue intrakanaläre Inspektion hinsichtlich einer möglichen Wurzelkanalkonfiguration vom Typ VI oder VII nach Vertucci. Trotz exzentrischer Röntgenaufnahmen können erneute Wurzelkanalaufteilungen aufgrund der geringen Größe nicht zuverlässig erkannt werden.

Mithilfe eines Dentalmikroskops und einer koaxialen Ausleuchtung des Sichtfelds sowie einer 180 W-Xenonbeleuchtung gelingt es besser, Wurzelkanalaufteilungen ab dem mittleren Wurzeldrittel zu erkennen^{22,25,26}. Je nach Lage der Konfluenz erfordert dies die Präparation eines erweiterten Sichtfensters, wodurch mehr Zahnhartsubstanz abgetragen werden muss. Daher muss in jedem Einzelfall abgewogen werden, ob die Dentinbrücke zwischen dem mesiobukkalen und mesiopalatinalen Wurzelkanal aus diagnostischen oder therapeutischen Gründen zwingend zu entfernen ist. Ein zu starker Dentinabtrag birgt die Gefahr einer Strip-Perforation entlang der inneren Wurzelkrümmung oder kann das spätere Auftreten einer Vertikalfraktur begünstigen^{27,28}. Die minimalinvasive, sonoabrasive Präparation über den Zugang des mesiobukkalen Wurzelkanals ist grundsätzlich zu bevorzugen. So kann bei Vorhandensein einer nach palatinal gerichteten Aufteilung der Wurzelkanäle eine vollständige Aufbereitung und Wurzelkanalfüllung erfolgen. Zusätzlich wird durch die Ultraschallaktivierung die Desinfektionsleistung und

Reinigung der präparierten Wurzelkanäle verbessert²⁹.

Im Fall einer nicht darstellbaren Wurzelkanalaufteilung kann zur Differenzierung und Orientierung eine diagnostische Wurzelkanalfüllung hilfreich sein. Der zur Anwendung gekommene Sealer 2 Seal (VDW, München) beziehungsweise AH Plus (Dentsply, Konstanz) eignet sich aufgrund der leichteren Fließfähigkeit besser als andere Sealer, um laterale Wurzelkanäle auszupressen³⁰.

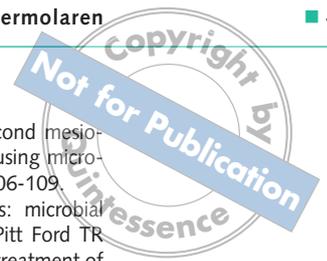
Für die Präparation der häufig abrupten Wurzelkanalkrümmungen empfiehlt sich der Einsatz vorgebogener Handinstrumente zur Präparation eines apikalen Gleitpfades³¹, um schließlich mit geeigneten NiTi-Instrumenten die apikale Ausformung der mesiopalatinalen Abzweigung zu präparieren.

■ Danksagung

Für die Herstellung und fotografische Dokumentation der transparenten Präparate der Abbildungen 1 und 3a gebührt der herzlichste Dank Herrn Dr. Holm Reuver aus Neustadt.

■ Literatur

1. Moral H: Über das Vorkommen eines vierten Kanals in oberen Molaren. *Österr-Ungar Vjschr Zahnheilk* 1915;3: 313-325.
2. Martínez-Berná A, Ruiz-Badanelli P. Maxillary first molars with six canals. *J Endod* 1983;9:375-381.
3. Fogel HM, Peikoff MD, Christie WH. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: a clinical study. *J Endod* 1994;20:135-137.
4. Carabelli G. Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde. Braumüller und Seidel, Wien 1844.
5. Fischer G. Über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle menschlicher Zähne. *Dtsch Monatsschr Zahnheilk* 1907;25:544-552.
6. Preiswerk G. Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde. Bd. XXX, J. F. Lehmann's Verlag München, 1903.
7. Hess W. Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses mit Berücksichtigung der feineren Verzweigungen am Foramen apicale. Habilitationsschrift. Zürich, 1917.
8. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod* 2006;32:813-821.
9. Khraisat A, Smadi L. Canal configuration in the mesio-buccal root of maxillary first molar teeth of a Jordanian population. *Aust Endod J* 2007;33:13-17.
10. Neaverth EJ, Kotler LM, Kaltenbach RF. Clinical investigation (in vivo) of endodontically treated maxillary first molars. *J Endod* 1987;13:506-512.



11. Ng YL, Aung TH, Alavi A, Gulabivala K. Root and canal morphology of Burmese maxillary molars. *Int Endod J* 2001;34:620-630.
12. Stropko JJ. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *J Endod* 1999;25:446-450.
13. Peiris HR, Pitakotuwage TN, Takahashi M, Sasaki K, Kanazawa E. Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. *Int Endod J* 2008;41:828-835.
14. Thomas RP, Moule AJ, Bryant R. Root canal morphology of maxillary permanent first molar teeth at various ages. *Int Endod J* 1993;26:257-267.
15. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:589-599.
16. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod* 2004;30:391-398.
17. Kulild JE, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of Maxillary first and second molars. *J Endod* 1990;16:311-317.
18. Smadi L, Khraisat A. Detection of a second mesiobuccal canal in the mesiobuccal roots of maxillary first molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e77-e81.
19. Görduysus MO, Görduysus M, Friedman S. Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. *J Endod* 2001;27:683-686.
20. Schwarze T, Baethge C, Stecher T, Geurtsen W. Identification of second canals in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars using magnifying loupes or an operating microscope. *Aust Endod J* 2002;28:57-60.
21. Buhrey LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *J Endod* 2002;28:324-327.
22. Alaçam T, Tinaz AC, Genç O, Kayaoglu G. Second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. *Aust Endod J* 2008;34:106-109.
23. Ørstavik D, Pitt Ford TR. Apical periodontitis: microbial infection and host responses. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR (eds.) *Essential Endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*. 2nd ed., Blackwell, Oxford 2008.
24. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endod* 2005;31:262-264.
25. Arnold M. Das Dentalmikroskop – Grundlage für bewährte und neue Verfahren bei der Wurzelkanalbehandlung. *Endodontie* 2007;16:105-114.
26. Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010;54:191-214.
27. Sathorn C, Palamara JE, Palamara D, Messer HH. Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *J Endod* 2005;31:288-292.
28. Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, Raab WH. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *J Dent Res* 2006;85:364-368.
29. Reuver H, von Stetten O. Modelle zur Darstellung und Untersuchung hydrodynamischer Effekte bei der Wurzelkanalspülung. *Endodontie* 2008;17:397-409.
30. Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J* 2003;36:54-63.
31. Herrmann HW. Aspekte der Präparation des apikalen Wurzelkanalabschnitts. *Endodontie* 2005; 14:11-23.

Clinical management of X-shaped mesiobuccal root canal configurations in bmaxillary first molars

KEYWORDS *root canal anatomy, root canal splitting, maxillary molar, micro-CT, dental microscope, ultrasonics*

The correct clinical management regarding Vertucci types II, VI, and VII root canal configurations in the mesiobuccal root of maxillary first molars could influence the outcome of root canal treatment. When dealing with infected pulp necrosis or in cases of retreatment, the identification of redividing root canals could be crucial. Several diagnostic considerations can lead to the identification of different root canal configurations. The use of a dental microscope with a high power xenon light source is essential regarding the detection of redividing root canals. Eventually, the use of minimally invasive ultrasonics in the depth of the root canal allows subsequent rotary preparation, disinfection, and tight obturation of the entire root canal system.