

Holger Rapsch, Frank Paqué

## Diagnostik und Instrumentierung lingualer Kanalabzweigungen in ersten Unterkieferprämolaren



**INDIZES** *Unterkieferprämolare, Diagnostik, Wurzelkanalanatomie, Mikro-CT, Dentalmikroskop*

Die Anatomie und die Wurzelkanalmorphologie der ersten Unterkieferprämolaren weisen eine große Variationsbreite auf und stellen den Zahnarzt sowohl in der präendodontischen Diagnostik als auch in der korrekten Erschließung des Kanalsystems häufig vor Probleme. Anhand einer eigenen Untersuchung unter simulierten klinischen Bedingungen sollen konkrete Empfehlungen für die Diagnostik und Behandlung dieser Zähne vermittelt werden.

### Holger Rapsch

Dr. med. dent.  
Poststraße 2  
48431 Rheine  
E-Mail: hr\_beruf@posteo.de

### Frank Paqué

Dr. med. dent.  
Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Schweiz

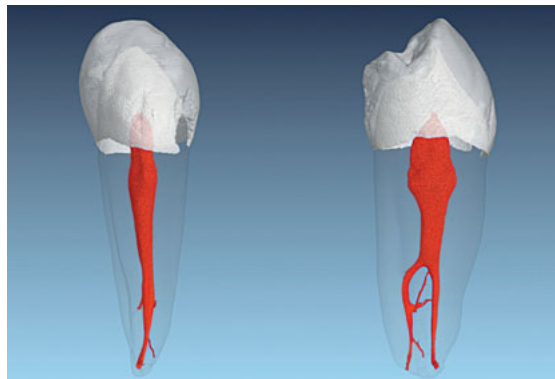
### ■ Einleitung

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass Anatomie und Wurzelkanalmorphologie bei ersten Unterkieferprämolaren erheblich variieren<sup>1-7</sup>. Die Häufigkeit einwurzeliger Zähne beträgt je nach Untersuchungsmethode zwischen 85 und 100 %, im Mittel 98 %. In der überwiegenden Mehrzahl von etwa 75 % haben diese Zähne einen Wurzelkanal, bei den übrigen etwa 25 % wurden jedoch zwei oder mehr Kanäle gefunden<sup>8,9</sup>.

Da die Konfiguration einer Wurzel mit zwei Kanälen bei ersten Unterkieferprämolaren häufig vorliegt, handelt es sich durchaus um eine nicht untypische Wurzelkanalanatomie. Die Identifikation dieser anatomischen Variante während der klinischen Diagnostik, die sich anschließende Behandlungsplanung und die adäquate Behandlung stellen jedoch oft ein Problem dar. Letztere wird durch die Lage und Morphologie der linguale Kanäle erschwert, die überwiegend im mittleren und apikalen Wurzel Drittel – zum Teil fast horizontal – vom Hauptkanal abzweigen<sup>7,10</sup> (Abb. 1).

Exzentrische diagnostische Röntgenbilder können dabei helfen, zusätzliche Kanalstrukturen zu

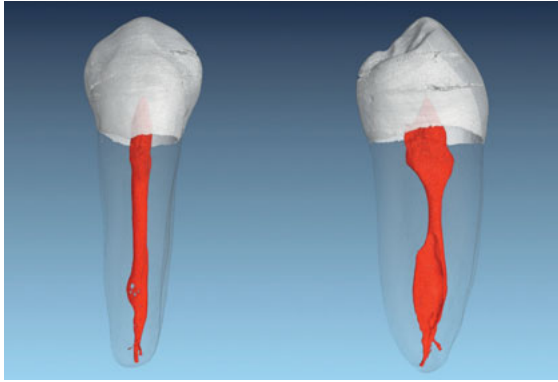
identifizieren<sup>11-14</sup>. Das Dentalmikroskop hat sich als wichtiges Hilfsmittel während der klinischen Diagnostik und Behandlung bewährt<sup>15-20</sup>. Ein Hauptgrund für den Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung ist das Nichterkennen von Kanalstrukturen oder deren (auch trotz ihrer Lokalisierung) inadäquaten Behandlung<sup>21-26</sup>.



**Abb. 1** Extrahierter erster unterer Prämolare, der in einem Mikro-CT gescannt und dreidimensional rekonstruiert wurde. Links die Ansicht von bukkal, rechts die Ansicht von approximal. Man beachte die Winkel der Abzweigung und des weiteren Kanalverlaufs nach lingual.

### Manuskript

Eingang: 19.04.2017  
Annahme: 30.04.2017



**Abb. 2** Extrahierter erster unterer Prämolar, der in einem Mikro-CT gescannt und dreidimensional rekonstruiert wurde. Links die Ansicht von bukkal, rechts die Ansicht von approximal. Man beachte die Ausdehnung des C-förmigen Kanalverlaufs nach lingual.

In diesem Beitrag werden die komplexe Morphologie und deren Identifikation anhand der vorliegenden Literatur beschrieben und konkrete Anregungen zum Management gegeben.

## ■ Wurzelkanalmorphologie erster Unterkieferprämolaren

Die Wurzelkanalmorphologie erster Unterkieferprämolaren war Gegenstand vieler anatomischer Studien mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden. Vertucci thematisierte dies unter Anwendung von Clearing-Techniken. Die Häufigkeit einkanaliger erster Unterkieferprämolaren variierte dabei zwischen 70,0 und 74,0 %, die zweikanaliger Zähne zwischen 25,5 und 29,5 %<sup>6,7</sup>. Die von anderen Autoren ebenfalls mit Clearing-Techniken ermittelten Häufigkeiten wichen hiervon zum Teil erheblich ab: Caliskan et al.<sup>3</sup> identifizierten innerhalb einer türkischen Bevölkerungsgruppe 47,2 % der ersten Unterkieferprämolaren als einkanalig und 52,8 % als zweikanalig. Die Studie von Awawdeh und Al-Qudah<sup>1</sup> ergab 58,2 % einkanalige und 41,8 % zweikanalige Prämolaren in einer jordanischen Bevölkerungsgruppe, ein ethnischer Einfluss auf die Zahnentwicklung unterer Prämolaren kann daher vermutet werden.

Trope et al.<sup>5</sup> bestätigten die Wahrscheinlichkeit des ethnischen Einflusses anhand röntgenologischer Studien. In einer Stichprobe mit weißen Probanden

wiesen 86,3 % der Zähne einen Kanal und lediglich 13,7 % zwei Kanäle auf. Abweichend davon waren in einer Stichprobe afroamerikanischer Probanden lediglich 67,2 % der Unterkieferprämolaren einkanalig und mit 32,8 % ein erheblich höherer Anteil zweikanalig. Durchschnittlich waren 76,8 % der ersten Unterkieferprämolaren einkanalig und 23,2 % zweikanalig. Baroudi et al.<sup>27</sup> führten röntgenologische Studien innerhalb einer syrischen Bevölkerungsgruppe durch und identifizierten 84,3 % der Zähne als einkanalig und 15,7 % als zweikanalig.

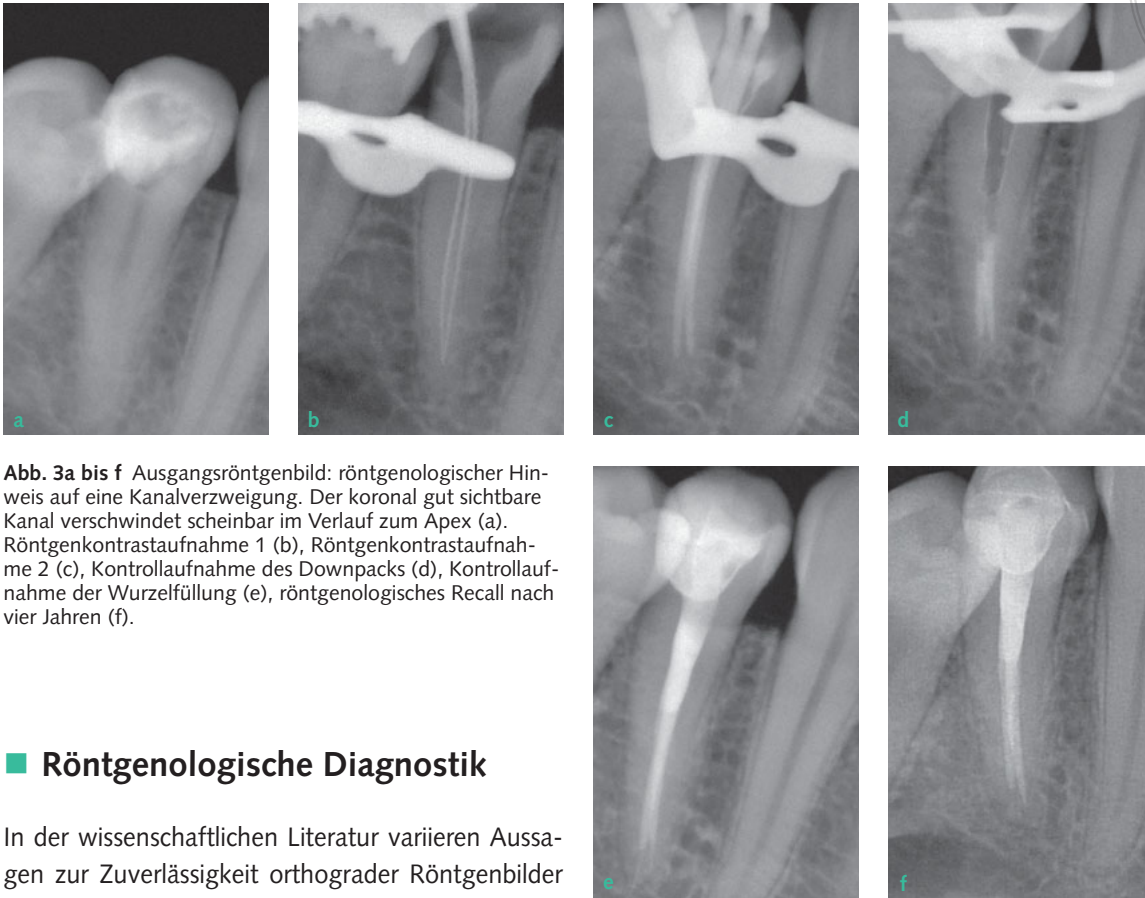
Histologische Studien zur Kanalanatomie erster Unterkieferprämolaren kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen, wobei die Häufigkeit einkanaliger Zähne zwischen 54 und 76 % variierte, während das Vorkommen zweikanaliger Zähne mit 22 bzw. 24 % annähernd gleich war<sup>2,4</sup>. In der Studie von Lu et al.<sup>4</sup> wurde bei 18 % der Zähne ein C-förmiges Kanalsystem erkannt (Abb. 2).

Studien, in denen die Kanalanatomie mithilfe eines Mikro-Computertomographen (Mikro-CT) untersucht wurde, zeigten für chinesische Bevölkerungsgruppen, dass 77,1 bzw. 87,1 % der ersten Unterkieferprämolaren einen Wurzelkanal aufwiesen und 22,1 bzw. 11,2 % zwei Wurzelkanäle<sup>28,29</sup>. Sowohl Grande et al.<sup>30</sup> als auch Lee et al.<sup>31</sup> stellten in ihren Untersuchungen heraus, dass das Mikro-CT sehr exakte Ergebnisse im Hinblick auf die tatsächliche Kanalanatomie lieferte.

Eine klinische Studie zur Kanalmorphologie und -konfiguration von Prämolaren in einer türkischen Bevölkerungsgruppe führte die Untersuchung mithilfe der digitalen Volumetomographie durch<sup>32</sup>. Die Ergebnisse von 96,2 % einkanaligen und 3,2 % zweikanaligen Zähnen in der Vertucci-V-Klassifikation stehen dabei im deutlichen Gegensatz zu der bereits erwähnten Studie in einer ebenfalls türkischen Bevölkerungsgruppe von Caliskan et al.<sup>3</sup>

Zhang et al.<sup>33</sup> zeigten in einer die Methodik vergleichenden Studie auf, dass die digitale Volumetomographie zur Untersuchung der Kanalmorphologie erster Unterkieferprämolaren zwar geeignet und zuverlässig ist, die Genauigkeit bei Verwendung des Mikro-CT jedoch überlegen ist.

Systematische Übersichtsarbeiten stellten heraus, dass die Mehrzahl erster Unterkieferprämolaren zwar einkanalig war, der Anteil zweikanaliger Zähne aber immerhin zwischen 23,6 und 24,2 % lag<sup>8,9</sup>.



**Abb. 3a bis f** Ausgangsröntgenbild: röntgenologischer Hinweis auf eine Kanalverzweigung. Der koronal gut sichtbare Kanal verschwindet scheinbar im Verlauf zum Apex (a). Röntgenkontrastaufnahme 1 (b), Röntgenkontrastaufnahme 2 (c), Kontrollaufnahme des Downpacks (d), Kontrollaufnahme der Wurzelfüllung (e), röntgenologisches Recall nach vier Jahren (f).

## ■ Röntgenologische Diagnostik

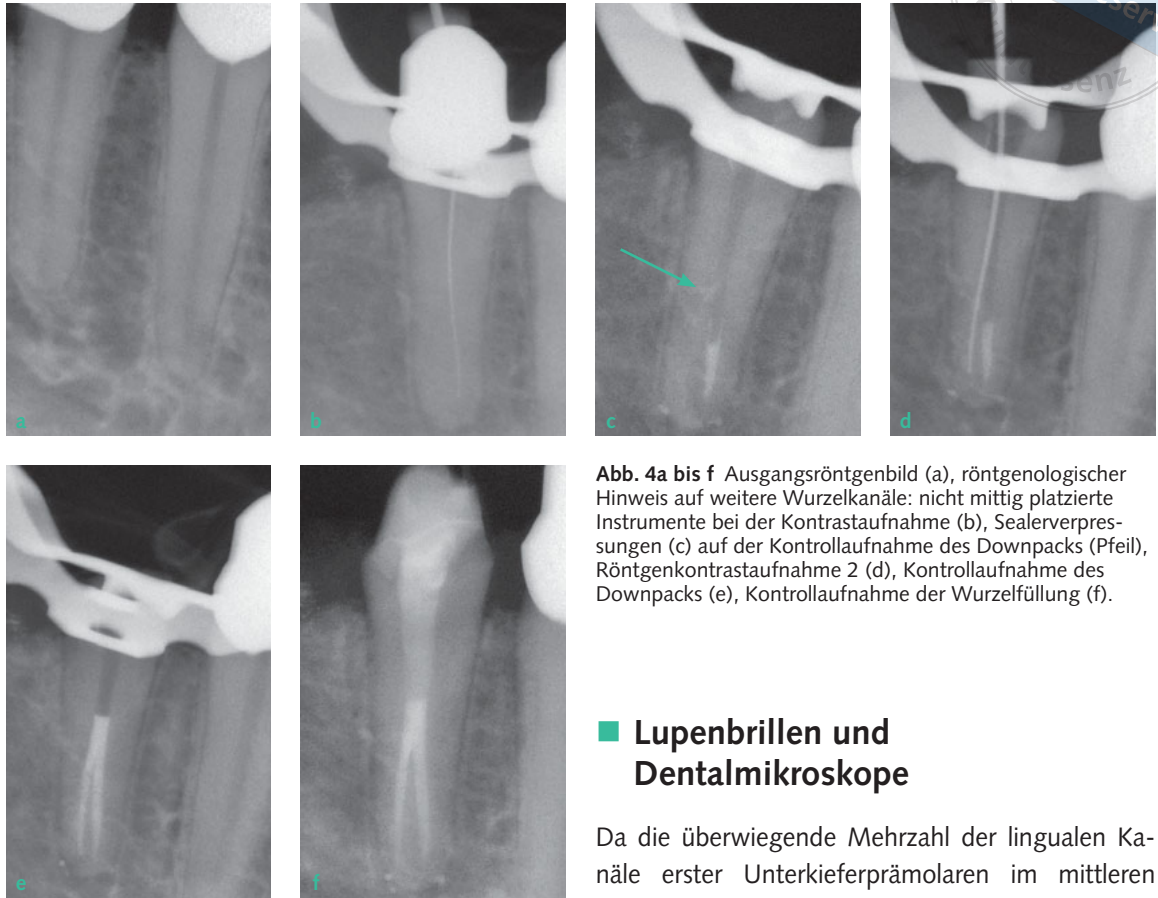
In der wissenschaftlichen Literatur variieren Aussagen zur Zuverlässigkeit orthograde Röntgenbilder im Hinblick auf die richtige Diagnose der Anzahl der Wurzelkanäle in Unterkieferprämolaren erheblich. Zweikanalige Zähne konnten mithilfe eines orthograden Röntgenbildes in 36 bis 96 % korrekt diagnostiziert werden<sup>22,34</sup>. Hierbei handelte es sich jedoch um Studien an extrahierten Zähnen. Verschwindet ein im Röntgenbild koronal gut sichtbarer Wurzelkanal scheinbar im Verlauf zum Apex, ist das sehr häufig ein Hinweis auf eine Kanalaufzweigung in Strahlenrichtung<sup>11</sup> (Abb. 3a bis f).

Andere Studien empfehlen, im Vorfeld einer Behandlung zwei exzentrische Röntgenbilder anzufertigen und dabei den horizontalen Winkel zwischen Röntgentubus und Filmoberfläche zu verändern<sup>11–14</sup>. Neben einer orthograden Aufnahme befürworten England et al.<sup>11</sup>, den Tubus für eine zweite Ausgangsaufnahme im davon abweichenden Winkel von 20 Grad nach mesial oder distal auszurichten. Martinez-Lozano et al.<sup>13</sup> schlagen exzentrische Aufnahmen im Winkel von 20 und 40 Grad vor, während Rödiger und Hülsmann einen Winkel von 30 Grad anraten<sup>14</sup>. Martinez-Lozano et al.<sup>13</sup> stellten zudem fest, dass bei der röntgenologischen Untersuchung erster Unterkieferprämolaren

die Veränderung des vertikalen Einstellwinkels des Röntgentubus zur Identifikation von zusätzlichen Wurzelkanälen beitragen kann, während dies bei Oberkieferprämolaren und zweiten Unterkieferprämolaren nicht der Fall gewesen sei.

Bramante et al.<sup>35</sup> stellten eine Röntgentechnik vor, bei der neben einem orthograden Bild jeweils eine mesial- und distal-exzentrische Aufnahme angefertigt werden. Bei diesem Vorgehen können neben zusätzlichen Wurzelkanälen auch deren Krümmungen diagnostiziert werden, um die klinische Identifikation und Instrumentierung zu vereinfachen.

Nicht nur die röntgenologische Ausgangsdiagnostik kann Hinweise auf zwei Wurzelkanäle geben. So deutet die exzentrische Lage eines Instrumentes bei der Röntgenmessaufnahme auf das Vorliegen eines weiteren Kanals hin. Wendet man thermoplastische vertikale Kompaktionstechniken zur Wurzelfüllung an, kann eine röntgenologische Kontrolle des Downpacks, der initialen Wurzelfül-



**Abb. 4a bis f** Ausgangsröntgenbild (a), röntgenologischer Hinweis auf weitere Wurzelkanäle: nicht mittig platzierte Instrumente bei der Kontrastaufnahme (b), Sealerverpressungen (c) auf der Kontrollaufnahme des Downpacks (Pfeil), Röntgenkontrastaufnahme 2 (d), Kontrollaufnahme des Downpacks (e), Kontrollaufnahme der Wurzelfüllung (f).

lung der apikalen drei bis fünf Millimeter sinnvoll sein. Röntgenologisch können Sealerverpressungen sichtbar werden, die noch in der Endphase der endodontischen Behandlung die Existenz zusätzlicher Kanäle anzeigen (Abb. 4a bis f).

Die digitale Volumtomographie kann dabei helfen, komplexe Wurzelkanalsysteme richtig zu erkennen. Es sollte jedoch immer im Vorfeld eine gewissenhafte Diagnostik mit zweidimensionalen Röntgenbildern erfolgen. Die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde weist darauf hin, dass nur in einzelnen Fällen eine digitale Volumtomographie indiziert sei, wenn bestimmte Begleitumstände – wie die komplexe Anatomie eines Wurzelkanalsystems – die endodontologische Therapie erschweren. Das Wissen um die hohe Variationsbreite der Kanalmorphologie erster unterer Prämolaren reicht daher nicht, um bei diesen Zähnen eine generelle Ausgangsdiagnostik mit der digitalen Volumtomographie zu rechtfertigen<sup>36</sup>.

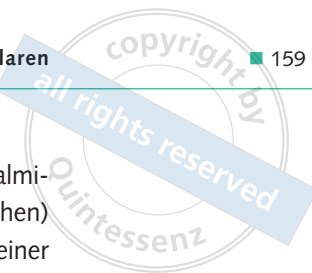
## ■ Lupenbrillen und Dentalmikroskope

Da die überwiegende Mehrzahl der linguale Kanäle erster Unterkieferprämolaren im mittleren oder apikalen Wurzel Drittel abzweigt<sup>17,37</sup>, gewinnen technische Hilfsmittel wie Lupenbrillen und Dentalmikroskope an Bedeutung. Studien zeigten, dass mithilfe des Dentalmikroskops auch Strukturen innerhalb von Wurzelkanälen zu erkennen waren, während sich Lupenbrillen als relativ ineffektiv für die intrakanaläre Diagnostik herausstellten<sup>17,20,38</sup>.

## ■ Eigene Untersuchungen

Das Ziel eigener Untersuchungen war es, herauszufinden, ob unter simulierten klinischen Bedingungen und der Nutzung eines Dentalmikroskops mithilfe von orthograden und exzentrischen Röntgenbildern ein- oder zweikanalige erste Unterkieferprämolaren eindeutig identifiziert und sicher erschlossen werden können.

Aus einem Pool extrahierter Zähne der Universität Zürich wurden von einem unabhängigen Untersucher erste Unterkieferprämolaren mithilfe eines Mikro-CTs gescannt, sodass deren Wurzelkanalkonfigurationen bekannt waren. Es wurden 80 einwurzelige Zähne ausgesucht, die über einen oder zwei



Kanäle verfügten. Nur selten vorkommende Zähne mit mehr als zwei Wurzelkanälen wurden nicht verwendet.

Zur Verblindung der Studie wurde die Modellherstellung durch einen weiteren unabhängigen Untersucher durchgeführt, der weder an der Ausführung der praktischen Arbeit noch der Auswertung beteiligt war. In einem Modell wurden jeweils zwei Zähne mesial und distal der zu untersuchenden Prämolaren in Gips eingebettet, sodass die Zähne 32 bis 36 und 42 bis 46 aufgestellt wurden. Die zu untersuchenden Zähne wurden nach dem Zufallsprinzip eingebettet, ohne eine bestimmte Reihenfolge einzuhalten. Um röntgenologisch die spongiöse Struktur von Knochen zu imitieren, wurde Klasse-III-Gips (Shera Dynamik, Shera, Lemförde) mit Sägespänen und Wasser angemischt.

Da der Nutzen diagnostischer Röntgenbilder im Hinblick auf die korrekte Identifikation der Kanalmorphologie untersucht werden sollte, wurden die Zähne so tief in Gips eingebettet, dass das Behandlungsteam die anatomische Außenkontur der Wurzel nicht erkennen konnte. Dem Behandlungsteam lagen keine Informationen darüber vor, wie viele der 80 Zähne über einen oder zwei Wurzelkanäle verfügten.

### ■ Simulation klinischer Bedingungen

Der Versuchsablauf sollte möglichst exakt die klinische Situation einer Patientenbehandlung simulieren. Die Versuche wurden durch einen Zahnarzt mit Behandlungsschwerpunkt in Endodontologie und mehrjähriger Erfahrung mit dem Dentalmikroskop gemeinsam mit einer zahnmedizinischen Fachangestellten durchgeführt.

In Anlehnung an die Studie von Martinez-Lozano et al.<sup>13</sup> wurden zunächst mithilfe einer Röntgenschablone jeweils drei digitale diagnostische Röntgenbilder von jedem Zahn im Gipsmodell mit einem horizontalen Winkel von 0° und mesial-exzentrisch von 20° und 40° angefertigt. Der vertikale Winkel blieb dabei unverändert. Für jedes Röntgenbild wurde notiert, ob ein ein- oder zweikanaliger Zahn vermutet wurde. Abschließend wurde die zu erwartende Kanalkonfiguration registriert.

Zur praktischen Behandlung wurden die Gipsmodelle in einen Phantomkopf mit Torso eingeschraubt und die Zähne mit Kofferdam (Ivory Heavy

Blue, Heraeus Kulzer, Hanau) isoliert. Als Dentalmikroskop wurde das Zeiss Pico (Zeiss, Oberkochen) mit Mora Interface, Xenon-Beleuchtung und einer integrierten HD-Kamera 1080p verwendet.

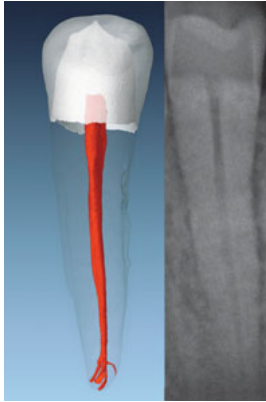
Die Präparation der primären Zugangskavität (PZGK) wurde standardisiert mit einer 4,25-fachen Vergrößerung unter dem Dentalmikroskop durchgeführt. Bei der Präparation der sekundären Zugangskavität (SZGK) und der anschließenden Behandlung wurden auch höhere Vergrößerungsstufen gewählt, die bis zu einer 18-fachen Vergrößerung reichten. Nach Präparation der primären und sekundären Zugangskavität wurde jeweils notiert, ob sich die nach der Röntgenbefundung vermutete Kanalstruktur auch klinisch darstellen ließ.

Anschließend wurde ein Gleitpfad der koronalen zwei Drittel der Kanalstruktur präpariert. Hierzu wurden – je nach Notwendigkeit – Diamantschleifer, Gates-Bohrer (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Schweiz), maschinelle Feilen des Bio-Race-Systems (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Schweiz), Schall (Sonicflex, Kavo, Biberach/Riss) oder Ultraschallinstrumente (Dentsply-Maillefer) mit einem ZEG Newton Ultraschallgerät (Acteon-Satelec, Mettmann) eingesetzt. Als Spüllösung wurde raumtemperierte 3,0%ige Natriumhypochloritlösung verwendet.

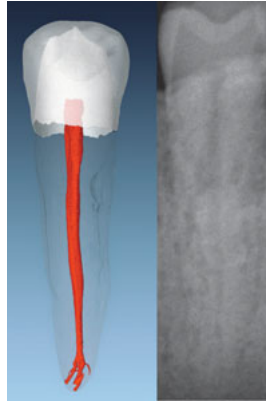
Das Ziel war die Erschließung aller Wurzelkanäle und die Anfertigung von Röntgenaufnahmen mit Handinstrumenten, die auf Arbeitslänge eingestellt waren (röntgenologischer Apex minus 1 mm). Per definitionem wurde ein Kanal dann als instrumentierbar registriert, wenn das Messinstrument im bukkalen Kanal eine ISO-Größe von mindestens 20 aufwies und bei Vorliegen eines zweiten linguale Kanals in diesen ein Messinstrument von mindestens ISO-Größe 15 auf Arbeitslänge eingebracht werden konnte.

### ■ Ergebnisse der röntgenologischen Befundung

Die Ergebnisse der röntgenologischen Diagnostik zeigen, dass die Auswertung nur einer einzelnen Röntgenaufnahme eine relativ hohe Fehlerquote aufwies (Tab. 1 bis 3). Zog man nur die orthograden Röntgenbilder zurate, stimmte in 22,5 % der Fälle die vermutete Anzahl der Kanäle nicht mit der tatsächlichen Anzahl der Kanäle überein (Überprüfung



**Abb. 5** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: einkanaliger Zahn 44 in orthograde Projektion.



**Abb. 6** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: einkanaliger Zahn 44 in 20°-mesial-exzentrischer Projektion.



**Abb. 7** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: einkanaliger Zahn 44 in 40°-mesial-exzentrischer Projektion.



**Abb. 8** Einkanaliger Zahn 44: Röntgenkontrastaufnahme und Projektion von distal im Mikro-CT.

anhand der Mikro-CT-Daten). Bei den 20°-mesial-exzentrischen Bildern war die Fehlerquote mit 23,8 % nochmals geringfügig höher, während bei den 40°-mesial-exzentrischen Bildern die Fehlerquote mit 21,1 % am niedrigsten lag.

Um zu untersuchen, inwieweit eine Kombination der Röntgenbilder zu einer verbesserten Vorhersage über die Zahl der Kanäle führt, wurde eine schrittweise logistische Regression mit den Befunden der drei Röntgenbilder als Prädiktoren und der im Mikro-CT gefundenen Anzahl der Kanäle als Kriterium durchgeführt. Dabei wurde sukzessive in jedem

Schritt das Röntgenbild in die Gleichung mit aufgenommen, welches zu einer optimalen Verbesserung der Vorhersage führte. Im ersten Schritt wurde das 40°-mesial-exzentrische Röntgenbild mit der oben schon beschriebenen besten Vorhersagekraft aufgenommen ( $p < 0,0001$ ). Im zweiten Schritt wurde das orthograde Bild hinzugezogen, die Verbesserung der Vorhersagekraft war statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ). Die zusätzliche Einbeziehung des 20°-mesial-exzentrischen Bildes führte zu einer statistisch nicht mehr signifikanten Verbesserung ( $p = 0,3762$ ).

Es konnte also gezeigt werden, dass die kombinierte Auswertung der Röntgenbilder der Einzelauswertung überlegen war. So führte die Kombination des orthograden Röntgenbildes mit der 40°-mesial-exzentrischen Aufnahme zu einer signifikanten Verbesserung der korrekten Identifikation zweikanaliger Prämolaren in der präendodontischen Diagnostik. Allerdings zeigte sich dabei, dass häufiger bei einkanaligen Zähnen zwei Kanäle vermutet wurden als umgekehrt. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass bei der präendodontischen Röntgendiagnostik exzentrische Aufnahmen angefertigt werden sollten.

Um die Schwierigkeiten und Grenzen der röntgenologischen Diagnostik zu verdeutlichen, werden im Folgenden exemplarisch Zähne aus der Untersuchung dargestellt, wobei die Röntgenbilder (Rö) und Mikro-CT-Bilder aus dem gleichen Winkel gegenübergestellt werden (Abb. 5 bis 8 und Abb. 9 bis 12). Abschließend werden die Röntgenkontrastaufnahme mit inserierten Instrumenten und die mesiale Ansicht der Zähne im Mikro-CT dargestellt.

**Tab. 1** Röntgendiagnostik orthograd.

Übereinstimmung mit Mikro-CT	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Häufigkeit
nicht korrekt	18	22,5	18
korrekt	62	77,5	80

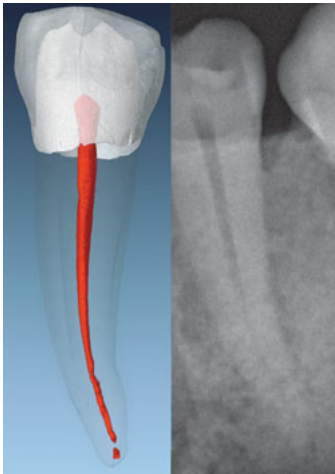
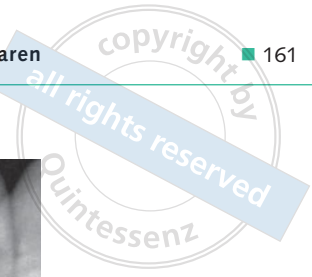
**Tab. 2** Röntgendiagnostik 20°-mesial-exzentrisch.

Übereinstimmung mit Mikro-CT	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Häufigkeit
nicht korrekt	19	23,8	19
korrekt	61	76,2	80

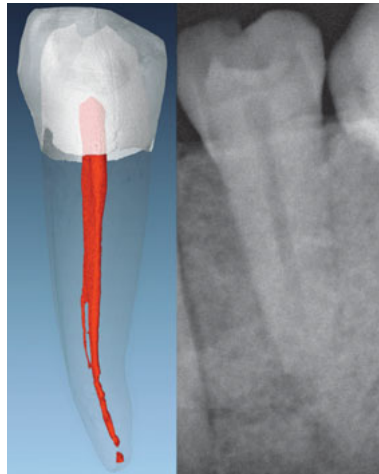
**Tab. 3** Röntgendiagnostik 40°-mesial-exzentrisch.

Übereinstimmung mit Mikro-CT	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Häufigkeit
nicht korrekt	16	21,1	16
korrekt	60	78,9	76

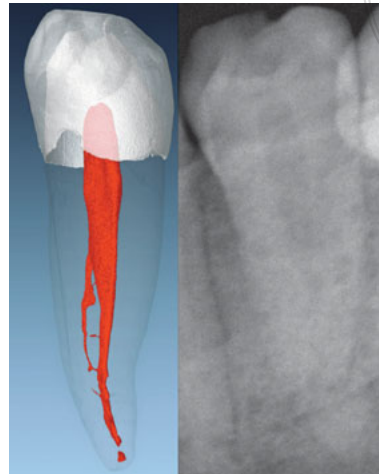
n=76, 4 Zähne konnten in 40°-Position nicht ausgewertet werden



**Abb. 9** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: zweikanaliger Zahn 34 in orthograder Projektion.



**Abb. 10** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: zweikanaliger Zahn 34 in 20°-mesial-exzentrischer Projektion.

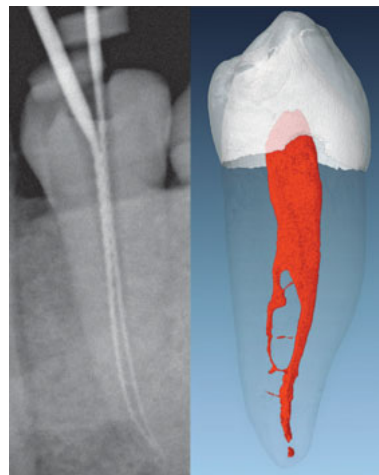


**Abb. 11** Vergleich Mikro-CT zu Röntgenaufnahme: zweikanaliger Zahn 34 in 40°-mesial-exzentrischer Projektion.

### ■ Ergebnisse der klinischen Untersuchung

Obgleich die Trepanation der Zähne standardisiert unter dem Dentalmikroskop bei 4,25-facher Vergrößerung durchgeführt wurde, führte die visuelle Inspektion der primären Zugangskavität (PZGK) nicht zu einer zuverlässigen Identifikation der korrekten Kanalstrukturen: von den 25 zweikanaligen Zähnen wurden nur sieben richtig als zweikanalig beurteilt, während bei der Mehrzahl von 18 Zähnen zu diesem Zeitpunkt der klinischen Behandlung der zweite Kanal noch nicht gefunden werden konnte (Tab. 4).

Im weiteren Verlauf der klinischen Behandlung konnte die Zuverlässigkeit der richtigen Identifikation sowohl der einkanaligen als auch zweikanaligen Zähne nach Präparation der sekundären Zugangskavität (SZGK) stark gesteigert werden (Tab. 5): wurden nach der präoperativen Röntgendiagnostik 8 der 55 einkanaligen Zähne fälschlich als zweikanalig vermutet, konnten alle 55 einkanaligen Zähne nach Präparation der SZGK richtig beurteilt werden. Die Fehlerquote konnte bei den einkanaligen Zähnen von 14,6 auf 0 % gesenkt werden.



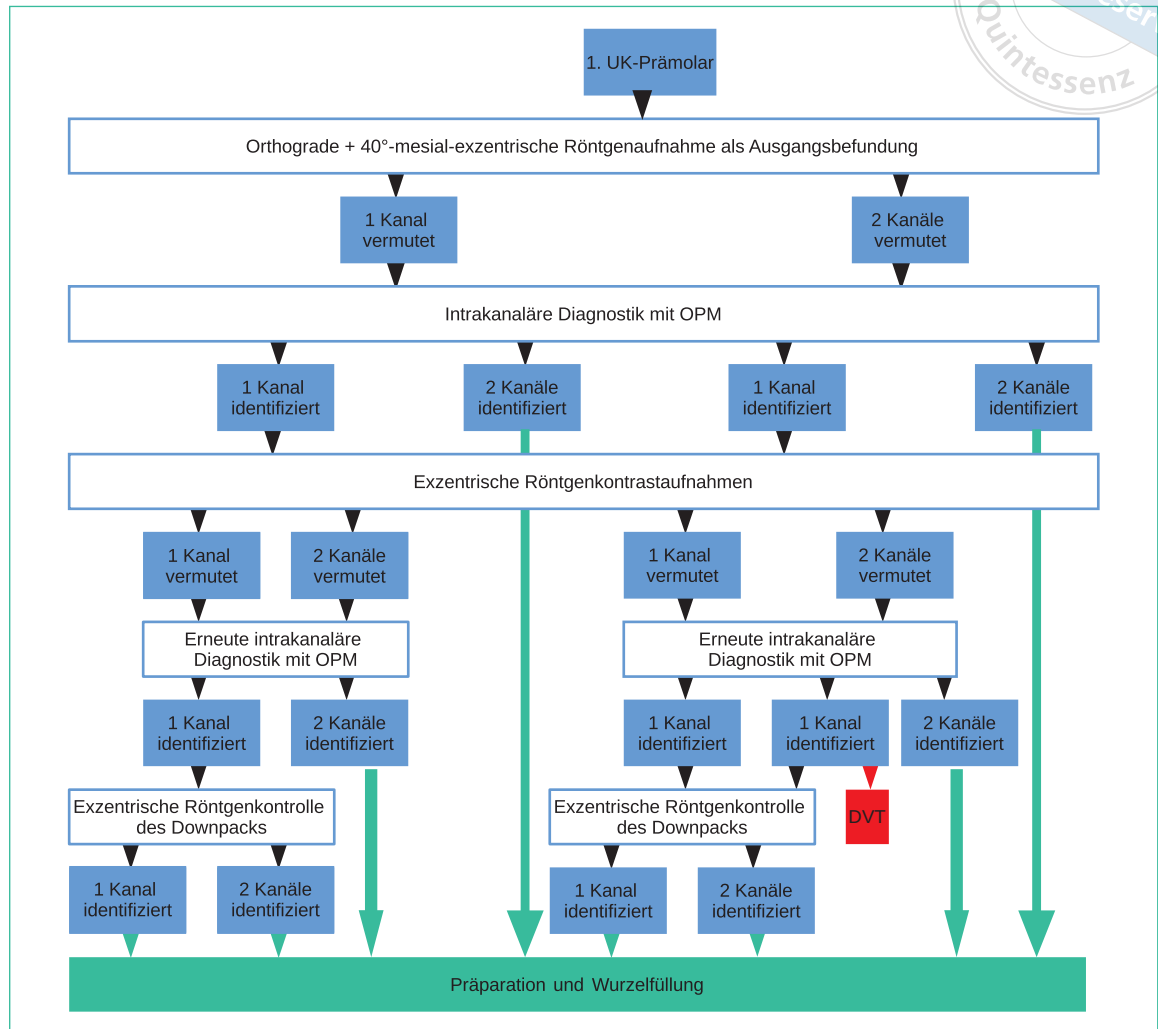
**Abb. 12** Zweikanaliger Zahn 34: Röntgenkontrastaufnahme und Projektion von mesial im Mikro-CT.

**Tab. 4** Visuelle Diagnostik nach primärer Zugangskavität (PZGK).

	1 Kanal PZGK	2 Kanäle PZGK	Total
1 Kanal im Mikro-CT	55 100 %	0 0 %	55
2 Kanäle im Mikro-CT	18 72 %	7 28 %	25
Total	73	7	80

**Tab. 5** Visuelle Diagnostik nach sekundärer Zugangskavität (SZGK).

	1 Kanal identifiziert nach Röntgen	2 Kanäle identifiziert nach Röntgen	1 Kanal identifiziert nach SZGK	2 Kanäle identifiziert nach SZGK
1 Kanal im Mikro-CT	47 85,4 %	8 14,6 %	55 100 %	0 0 %
2 Kanäle im Mikro-CT	7 28 %	18 72 %	2 8 %	23 92 %



**Abb. 13** Empfohlenes Therapieschema zur Wurzelkanalbehandlung eines Unterkieferprämolaren.

Wurden nach der präoperativen Röntgendiagnostik 7 der 25 zweikanaligen Zähne fälschlich als einkanalig vermutet, konnten 23 von ihnen nach Präparation der SZGK richtig beurteilt werden. Die Fehlerquote konnte bei den zweikanaligen Zähnen von 28,0 auf 8,0 % gesenkt werden (Tab. 5).

Auch bei der Instrumentierung wurden je nach Situation variable Vergrößerungsstufen am Dentalmikroskop verwendet. Dadurch wurde eine sehr zu-

verlässige visuelle Inspektion im mittleren und apikalen Wurzel Drittel möglich und 76 der 80 Zähne konnten instrumentiert werden. Bei zwei Zähnen wurden die linguale Kanäle nicht gefunden. Bei zwei weiteren Zähnen wurde die Kanalabzweigung zwar lokalisiert, die Instrumentierung der linguale Kanäle gelang aber aufgrund von Verblockungen nicht (Tab. 6).

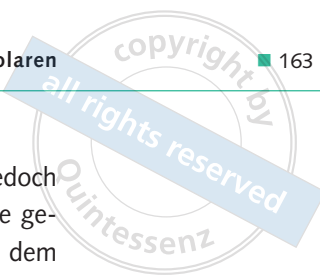
### ■ Klinische Relevanz

Aufgrund der Kenntnis der anatomischen Studien zur Kanal morphologie erster Unterkieferprämolaren und der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen könnte das dargestellte Therapieschema zur endodontischen Behandlung erster Unterkieferprämolaren hilfreich und empfehlenswert sein (Abb. 13).

**Tab. 6** Instrumentierbarkeit der Kanäle.

	Kanal/Kanäle instrumentierbar	Kanal/Kanäle nicht instrumentierbar	Total
1 Kanal im Mikro-CT	55 100 %	0 0 %	55
2 Kanäle im Mikro-CT	21 84 %	4 16 %	25
Total	76	4	80





Zur Behandlungsplanung sollten Röntgenbilder in orthograder und in 40 Grad mesial-exzentrischer Ausrichtung angefertigt werden. Diese Kombination verbessert die Diagnostik gegenüber einer einzelnen Aufnahme.

Anschließend erfolgen die Präparation der primären und sekundären Zugangskavität und die intrakanaläre Diagnostik, vorzugsweise unter Zuhilfenahme des Dentalmikroskops. Da die Kanalaufzweigungen in der Regel im mittleren oder apikalen Wurzeldrittel liegen, konnten in der vorliegenden Untersuchung mit kleinen Vergrößerungen (4,25-fach) lediglich bei sieben der 25 zweikanaligen Zähne auch zwei Kanäle gefunden werden.

Nach der intrakanalären Diagnostik und der Gestaltung eines Gleitpfades wird die Instrumentierung der identifizierten Kanäle bis zum Apex vorgenommen. Anschließend empfiehlt sich die Anfertigung exzentrischer Röntgenmessaufnahmen. Wurden schon zwei Kanäle identifiziert, kann durch exzentrische Aufnahmen die Überlagerung der beiden Instrumente im Röntgenbild verhindert und so beide Kanäle visualisiert werden. Wurde bei der intrakanalären Diagnostik lediglich ein Kanal gefunden, kann die exzentrische Lage des Instruments im Röntgenbild einen weiteren Hinweis auf einen zusätzlichen Kanal geben.

Sind zwei Kanäle identifiziert und per Gleitpfad instrumentiert, können die definitive Kanalpräparation und die Wurzelfüllung erfolgen. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass in seltenen Fällen auch mehr als zwei Kanäle in den ersten Unterkieferprämolaren vorliegen<sup>7</sup>.

Wurde nur ein Wurzelkanal identifiziert, jedoch ein zweiter Kanal vermutet, sollte eine erneute gewissenhafte intrakanaläre Diagnostik unter dem Dentalmikroskop erfolgen. Tritt der Fall ein, dass bei allen röntgenologischen Kontrollen Hinweise auf ein zweites Kanalsystem zu finden sind, dieses aber klinisch nicht lokalisiert werden kann, ist die Indikation einer digitalen Volumentomographie mit kleinstem Volumen zu überprüfen.

Geben die röntgenologische Ausgangsdiagnostik und die exzentrischen Röntgenmessaufnahmen indes keinen Hinweis auf einen zweiten Kanal, ist die Indikation für eine digitale Volumentomographie kritisch zu hinterfragen, da die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, dass der betreffende Zahn einkanalig ist. Alternativ kann diskutiert werden, ob es sinnvoll ist, bei ersten Unterkieferprämolaren eine thermoplastische Wurzelfüllmethode mit einem sogenannten Downpack zu wählen und dieses mit einer exzentrischen Röntgenaufnahme noch einmal zu überprüfen. In einem solchen Fall könnten Sealerpressungen Hinweise auf zusätzliche Kanäle geben (Abb. 4a bis f).

## ■ Schlussfolgerungen

Bei der Wurzelkanalbehandlung erster Unterkieferprämolaren erscheinen zwei präoperative Röntgenbilder mit orthograder und 40 Grad mesial-exzentrischer Projektion empfehlenswert. Besteht der Verdacht auf das Vorliegen eines zweiten Wurzelkanals, ist die Nutzung des Dentalmikroskops nahezu unumgänglich.

## ■ Literatur

1. Awawdeh LA, Al-Qudah AA. Root form and canal morphology of mandibular premolars in a Jordanian population. *J Endod* 2008;41:240–248.
2. Baisden MK, Kulild JC, Weller RN. Root canal configuration of the mandibular first premolar. *J Endod* 1992;18:505–508.
3. Caliskan MK, Pehlivan Y, Sepetcioglu F, Türkün M, Tuncer SS. Root Canal Morphology of Human Permanent Teeth in a Turkish Population. *J Endod* 1995;21:200–204.
4. Lu TY, Yang SF, Pai SF. Complicated Root Canal Morphology of Mandibular First Premolar in a Chinese Population Using the Cross Section Method. *J Endod* 2006;32:932–936.
5. Trope M, Efenbein L, Tronstad L. Mandibular premolars with more than one root canal in different race groups. *J Endod* 1986;12:343–345.
6. Vertucci FJ. Root canal morphology of mandibular premolars. *J Am Dent Assoc* 1978;97:47–50.
7. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:589–599.
8. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *J Endod* 2007;33:509–516.
9. Kottoor J, Albuquerque D, Velmurugan N, Kuruvilla J. Root Anatomy and Root Canal Configuration of Human Permanent Mandibular Premolars: A Systematic Review. *Anat Res Int* 2013;2013:1–14.
10. Li X, Liu N, Liu N et al. A Micro-Computed Tomography Study of the Location and Curvature of the Lingual Canal in the Mandibular First Premolar with Two Canals Originating from a Single Canal. *J Endod* 2012;38:309–312.
11. England MC, Hartwell GR, Lance JR. Detection and Treatment of Multiple Canals in Mandibular Premolars. *J Endod* 1991;17:174–178.

12. Fava LRG, Dummer PMH. Periapical radiographic techniques during endodontic diagnosis and treatment. *Int Endod J* 1997;30:250–261.
13. Martínez-Lozano MÁ, Forner-Navarro L, Sánchez-Cortés JL. Analysis of radiologic factors in determining premolar root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:719–722.
14. Rödiger T, Hülsmann M. Diagnosis and root canal treatment of a mandibular second premolar with three root canals. *Int Endod J* 2003;36:912–919.
15. Carr GB, Murgel CA. The Use of the Operating Microscope in Endodontics. *Dent Clin N Am* 2010;54:191–214.
16. Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. The Operating Microscope Enhances Detection and Negotiation of Accessory Mesial Canals in Mandibular Molars. *J Endod* 2010;36:1289–1294.
17. Perrin P, Neuhaus KW, Lussi A. The impact of loupes and microscopes on vision in endodontics. *Int Endod J* 2014;47:425–429.
18. Stropko JJ. Canal Morphology of Maxillary Molars: Clinical Observations of Canal Configurations. *J Endod* 1999;25:446–450.
19. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005:3–29.
20. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection Rate of Root Canal Orifices with a Microscope. *J Endod* 2002;28:452–453.
21. Nair P. Pathogenesis of Apical Periodontitis and the Causes of Endodontic Failures. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:348–381.
22. Nair P. On the Cause of persistent apical Periodontitis: a review. *Int Endod J* 2006;39:249–281.
23. Ng Y, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 2007;40:921–939.
24. Song M, Kim H, Lee W, Kim E. Analysis of the Cause of Failure in Nonsurgical Endodontic Treatment by Microscopic Inspection during Endodontic Microsurgery. *J Endod* 2011;37:1516–1519.
25. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 Yr Clinical Investigation of Second Mesio-buccal Canals in Endodontically Treated and Retreated Maxillary Molars. *J Endod* 2005;31:262–264.
26. Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin N Am* 2004;48:265–289.
27. Baroudi K, Kazkaz M, Sakka S, Tarakji B. Morphology of root canals in lower human premolars. *Niger Med J* 2012;53:206–209.
28. Yang H, Tian C, Li G, Yang L, Han X, Wang Y. A Cone-beam Computed Tomography Study of the Root Canal Morphology of Mandibular First Premolars and the Location of Root Canal Orifices and Apical Foramina in a Chinese Subpopulation. *J Endod* 2013;39:435–438.
29. Yu X, Guo B, Li K et al. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of mandibular premolars in a western Chinese population. *BMC Med Imaging* 2012;12:18–23.
30. Grande NM, Plotino G, Gambarini G et al. Presence and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Ann Ist Super Sanita* 2012;48:26–34.
31. Lee K, Kim Y, Perinpanayagam H et al. Comparison of Alternative Image Reformatting Techniques in Micro-Computed Tomography and Tooth Clearing for Detailed Canal Morphology. *J Endod* 2014;40:417–422.
32. Bulut DG, Kose E, Ozcan G, Sekerci AE, Canger EM, Sisman Y. Evaluation of root morphology and root configuration of premolars in Turkish individuals using cone beam computed tomography. *Eur J Dent* 2015;9:551–557.
33. Zhang D, Chen J, Lan G, Li M, An J, Wen X, Liu L, Deng M. The root canal morphology in mandibular first premolars: a comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. *Clin Oral Investig* 2016 (Epub ahead of print).
34. Nattress BR, Martin DM. Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth. *Int Endod J* 1991;24:58–62.
35. Bramante CM, Berbert A, Bernardineli N. Recursos técnicos radiográficos aplicados a Endodontia. *Rev Bras Odontol* 1980;37:8–24.
36. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. S2k-Leitlinie: Dentale digitale Volumentomographie, 2013. <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien/details/document/dentale-digitale-volumentomographie.html>, aufgerufen am 24.04.2017.
37. Yoshioka T, Villegas J, Kobayashi C, Suda H. Radiographic Evaluation of Root Canal Multiplicity in Mandibular First Premolars. *J Endod* 2004;30:73–74.
38. Bowers DJ, Glickman GN, Solomon ES, He J. Magnification's Effect on Endodontic Fine Motor Skills. *J Endod* 2010;36:1135–1138.

## Diagnosis and negotiation of lingual root canal splits in mandibular first premolars

**KEYWORDS** *Mandibular premolars, diagnostics, root canal anatomy, microCT, dental operating microscope*

The anatomy and root canal morphology of mandibular first premolars vary widely. This is why dentists often report problems in diagnosing and negotiating the entire root canal system. This article presents recommendations for the diagnosis and treatment of these teeth on the basis of an investigation under simulated clinical conditions.