

M. Leo<sup>1</sup>, J. Mente<sup>1</sup>

# Risiko-Management Perforation

## *Risk-management perforation*



M. Leo

**Einführung:** Der Verschluss von Wurzelperforationen iatrogenen, resorptiven oder auch kariösen Ursprungs stellt auch für den endodontisch erfahrenen Zahnarzt eine große Herausforderung dar.

**Material und Methoden:** Der vorliegende Beitrag geht zunächst auf die Klassifikation von Wurzelperforationen nach deren Lokalisation ein und diskutiert anschließend den Einfluss verschiedener Risikofaktoren auf deren Prognose. Im Folgenden werden anhand von verschiedenen Falldarstellungen für den endodontisch tätigen Zahnarzt besonders interessante Falldarstellungen zum Verschluss von Perforationen verschiedener Lokalisation und Ursache im Detail beschrieben. Auf besondere Problemsituationen – und deren Management – wird mit Beschreibung des verwendeten Instrumentariums und der Materialien eingegangen.

**Ergebnisse und Schlussfolgerung:** Durch die konsequente Verwendung moderner Visualisierungshilfen bei der Darstellung des Arbeitsfeldes (z. B. Lupensysteme, Dental-Mikroskope) und den Einsatz biokompatibler und regenerationsfördernder Materialien (z. B. Mineral Trioxide Aggregate – MTA) lassen sich heute klinische Situationen beherrschen, die bis vor wenigen Jahren noch als weitgehend „ausichtslos“ galten. Die vorgestellten klinischen Fälle zeigen, dass mit Hilfe von MTA ausgedehnte Perforationen sowie perforierende Wurzelresorptionen erfolgreich therapiert werden können.

(Dtsch Zahnärztl Z 2012, 67: 695–707)

**Schlüsselwörter:** Wurzelperforation, Wurzelresorption, Mineral Trioxide Aggregate, MTA, Prognose

**Introduction:** Sealing perforations of iatrogenic, resorptive or carious origin poses a challenge, even for dentists with endodontic experience.

**Material and Method:** This paper considers the classification of root perforations depending on their localisation, and discusses the effects of different risk factors on prognosis. Case studies are used to illustrate in detail sealing of root perforations in different locations and of different origin which are of particular interest to the endodontist. The management of specific problems which might arise are considered and the instruments and materials used are described.

**Results and Conclusion:** With the consistent use of modern magnifying systems (e. g. dental loupes or dental microscopes) for the visualisation of the working area and the use of materials which are biocompatible and support tissue regeneration (e. g. Mineral Trioxide Aggregate – MTA), many clinical situations which would have been considered “hopeless” a few years ago can now be controlled. The cases presented here show that extensive perforations and perforating root resorptions can be successfully treated using MTA.

**Keywords:** root perforation, root resorption, mineral trioxide aggregate, MTA, prognosis

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, Bereich Endodontologie & Dentale Traumatologie  
**Peer-reviewed article:** eingereicht: 30.03.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 15.05.2012  
**DOI** 10.3238/dzz.2012.0695–0707

## 1 Einleitung

Zahnwurzelperforationen sind artifizielle Verbindungen zwischen dem Wurzelkanalsystem und Teilen des umgebenden Zahnhalteapparates und/ oder der Mundhöhle. Sie können iatrogenen oder nicht-iatrogenen Ursprungs sein. Iatrogen entstehen sie oft während der Durchführung von Wurzelkanalbehandlungen (z. B. bei Trepanation und Darstellung der Wurzelkanaleingänge) oder auch im Rahmen der postendodontischen Versorgung (z. B. bei Bohrung vor Stiftinsertion). Nicht-iatrogen können Wurzelperforationen z. B. durch Resorptionsprozesse oder Karies entstehen. Die Inzidenz von iatrogenen Wurzelperforationen wird mit 1,5 % bis 9,6 % angegeben [16, 18, 25, 26, 45]. Der Verschluss von Wurzelperforationen erfordert neben Erfahrung des Behandlers auch geeignete Hilfsmittel und Instrumentarium wie z. B. Dentalmikroskop, Plugger, sowie ein biokompatibles Material [22], welches die Regeneration angrenzender Gewebe erlaubt und für Gewebsflüssigkeiten und Bakterien undurchlässig ist [6].

## 2 Klassifikation

Perforationen können einerseits nach der Lokalisation andererseits nach prognostischen Faktoren eingeteilt werden [17]. Folgende Lokalisationen zur Einteilung von Wurzelperforationen werden unterschieden:

1. Koronale Perforation
2. Epikrestale Perforation (Abb. 1)
3. Wurzelperforation im Furkationsbereich (Abb. 2)
4. Subkrestale laterale Wurzelperforation im oberen, mittleren oder unteren Wurzel Drittel (Bsp. apikales Wurzel Drittel Abb. 3)

## 3 Faktoren mit Einfluss auf die Prognose von Wurzelperforationen

### 3.1 Prognostischer Faktor – Lokalisation und Größe

Die Prognose einer Perforationsbehandlung korreliert mit Größe und Lokalisation des Defektes und dem Zeitintervall

zwischen seinem Auftreten und seinem Verschluss [27, 43]. Perforationen großer Ausdehnung haben ein gesteigertes Risiko einer Leakage. Besonders ungünstig ist die Prognose von Zähnen einzuschätzen, wenn eine Verbindung zum gingivalen Sulkus besteht, da hierdurch die Besiedlung durch Mikroorganismen aus der Mundhöhle unmittelbar gegeben ist [6].

Die unterschiedlichen Lokalisationen von Wurzelperforationen wurden immer wieder als prognostischer Einflussfaktor untersucht [6, 39].

Die Prognose von mehrwurzeligen Zähnen mit Perforationen im Furkationsbereich wurde lange Zeit als ungünstig eingestuft [13, 51]. Die Anwendung neuerer biokompatibler Materialien wie Mineral Trioxide Aggregate (MTA) scheint in Bezug auf diese Perforationslokalisierung die Erfolgsaussichten allerdings deutlich zu verbessern [31, 34, 38]. Insbesondere Furkationsperforationen, die keine Verbindung zum gingivalen Sulkus aufweisen (siehe Abb. 4 von Fallbeispiel Nr. 1), haben bei Verwendung eines biokompatiblen Verschlussmaterials eine gute Prognose [34, 38].

Auch bei Verwendung von biokompatiblen Verschlussmaterialien (wie MTA) müssen Wurzelperforationen mit Verbindung zum gingivalen Sulkus (siehe Abb. 5 von Fallbeispiel Nr. 4) immer noch als prognostisch ungünstig eingeschätzt werden. Auch bei dieser Perforations-Lokalisation ist die Größe der Perforation ein Kofaktor für den erfolgreichen Verschluss. Der suffiziente Verschluss gestaltet sich insbesondere bei epikrestalen Perforationen mit zunehmender Perforationsgröße problematisch, da diese dann oftmals von epigingival bis tief nach subkrestal reichen. In dieser Region kann ein Matrizensystem (als Widerlager für das Perforationsverschlussmaterial) nicht immer suffizient adaptiert werden. Durch die direkte Verbindung zur Mundhöhle besteht bei dieser Lokalisation der Perforationen die Gefahr einer bakteriellen Kontamination über den gingivalen Sulkus [51]. Eine gute Mundhygienesituation des Patienten ist in diesem Fall sicher von Vorteil. Somit haben Perforationen, die eine koronale oder subkrestale Lokalisation aufweisen, im Vergleich zu epikrestalen Wurzelperforationen eine bessere Prognose. Subkrestale Wurzelperforationen haben den Vorteil, dass sie (in der Regel)

keine Verbindung zum gingivalen Sulkus aufweisen und die Applikation eines biokompatiblen Verschlussmaterials ohne Notwendigkeit eines Matrizensystems problemlos gegen das Widerlager „Knochen“ erfolgen kann. Bei koronalen Wurzelperforationen ist wiederum günstig, dass sie sich nach Adaptation eines Matrizensystems in der Regel problemlos mittels Komposit suffizient verschließen lassen. Dennoch sollte auch eine Wurzelperforation, die in Anbetracht der genannten prognostischen Faktoren als „ungünstig“ eingestuft wurde, nicht voreilig die Entscheidung zur Extraktion des Zahnes nach sich ziehen.

### 3.2 Prognostischer Faktor – Zeit

Bei Auftreten einer Perforation sollte zeitnah der Perforationsverschluss vorgenommen werden, um eine bakterielle Kontamination zu vermeiden. Je länger die Zeitspanne zwischen Auftreten und Verschluss der Perforation ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit einer bakteriellen Besiedlung des Perforationsgebietes [6, 28, 43]. Seltzer et al. [43] setzten an 21 Rattenzähnen Perforationen, die jeweils nach unterschiedlichen Zeitintervallen verschlossen wurden (zwischen einer Woche und zehn Monaten nach Perforation). Nach histologischer Aufbereitung war an allen Zähnen eine Schädigung des Parodonts zu sehen, die schwerwiegendste an den Zähnen, bei denen die Perforation sehr spät oder überhaupt nicht verschlossen worden war. Lantz und Pearsson [28] konnten an Hundezähnen zeigen, dass bei sofortigem Perforationsverschluss eine bessere Heilung eintritt als bei verzögertem. Diese Ergebnisse wurden durch die Studie von Beavers et al. 1986 [6] bestätigt, welche Perforationen an Affenzähnen vornahmten.

### 3.3 Prognostischer Faktor – Material

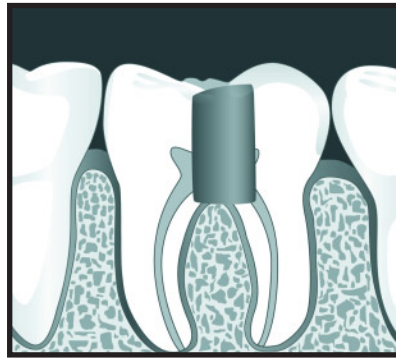
Ein Rückblick in die Geschichte zeigt, dass diverse Materialien zur Abdichtung von Perforationen verwendet wurden: Kalziumsulfat (Cavit) [19], Kalziumhydroxid [32], faserverstärkter Zinkoxid-Eugenol Zement (Super-EBA) [37], Amalgam [2, 7, 13], Hydroxylapatit [30], dekalzifizierter gefriergetrockneter Knochen [20], lighthärtender Glasionomere zement [2], Kalziumphosphatzement [9] und auch Komposit [41].



ID 12222, Medienzentrum Universitätsklinikum Heidelberg

**Abbildung 1** Graphische Darstellung einer von epigingival bis nach subkrestal reichenden Perforation, wie sie z. B. nach nicht achsengerechter Trepanation entstehen könnte.

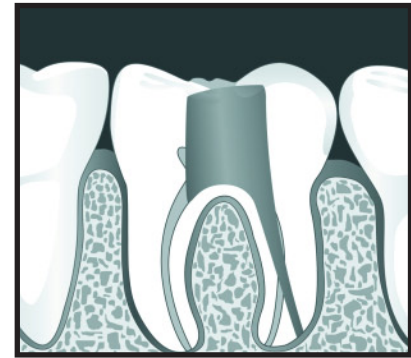
**Figure 1** Diagram of a perforation from the epigingival to subcrestal areas, which may occur e. g. after incorrectly aligned trephination.



ID 12222, Medienzentrum Universitätsklinikum Heidelberg

**Abbildung 2** Graphische Darstellung einer Perforation in den Furkationsbereich, wie sie z. B. nach zu tiefer Trepanation resultieren kann.

**Figure 2** Diagram of a perforation in the furcation area, which may occur e. g. after too deep trephination.



ID 12222, Medienzentrum Universitätsklinikum Heidelberg

**Abbildung 3** Graphische Darstellung einer Perforation im unteren Wurzeldrittel, wie sie z. B. nach nicht achsengerechter Stiftbohrung oder Verwendung zu starrer Wurzelkanalinstrumente in gekrümmten Wurzelkanalabschnitten resultieren kann.

**Figure 3** Diagram of a perforation in the lower third of the root, which may occur e. g. after post perforation or the use of too inflexible root canal instruments in curved root canals.

Das seit dem Jahr 2000 in Deutschland auf dem Markt erhältliche Mineral Trioxide Aggregate (MTA) erscheint besonders erfolgversprechend. Vor der Einführung von MTA war die Prognose von Zähnen nach Perforation oftmals als ungünstig einzustufen [16]. Das neue Material weist bemerkenswerte Eigenschaften wie Biokompatibilität [8, 23, 40, 46, 54, 55], Abbindung in Gegenwart von Feuchtigkeit und auch Blut [48] sowie ein gutes Abdichtungsvermögen gegenüber bakterieller Invasion [11, 29, 35, 47] auf. MTA ist außerdem ausreichend röntgenopak [10] und nicht resorbierbar. Es erfüllt somit die Anforderungen, die an ein Perforationsverschlussmaterial zu stellen sind. Erste klinische Studien zeigen, dass bei Verwendung von MTA die Prognose von Zähnen nach Perforation als sehr gut einzuschätzen ist [31, 34, 38].

### 3.4 Diagnostik von Wurzelperforationen

Vor der Versorgung einer Wurzelperforation ist eine eingehende Diagnostik vorzunehmen. Standardbefunde wie Sensibilitätstest, Perkussionstest, Sulkussondierung, intraorale Palpation, intraorale und extraorale Inspektion sind vor jeder Behandlung als Basisbefunde zu erheben und bedürfen keiner weiteren Aus-

führung. Folgende Maßnahmen können spezifisch bei der Diagnostik von Perforationen sinnvoll sein:

- Inspektion, insbesondere mit Hilfe von vergrößernden Sehhilfen (Mikroskop, Lupenbrille):
  - Perforationen im Bereich einer Furkation oder dem oberen Wurzelkanalbereich können oft allein durch diese einfache Maßnahme diagnostiziert werden (siehe Abb. 6, Perforation mittels Pfeil markiert)
- Blutung: Hinweis auf kleinere Perforationen im Wurzelkanalbereich kann auch eine Papierspitze geben, die ins vermutliche Perforationsgebiet eingebracht mit Blut getränkt wird.
  - Trotzdem sollte bedacht werden, dass eine Blutung aus dem Wurzelkanal oder dem Furkationsgebiet allein noch kein Beweis für eine Perforation ist! Bei heftiger Blutung aus einem „perforationsverdächtigen Gebiet“ ist im Zweifelsfall eine kurzzeitige medikamentöse Einlage einer Kalziumhydroxidsuspension anzuraten, um in der nächsten Sitzung kaum noch Sicht einschränkungen durch eine Blutung aus dem Perforationsgebiet zu haben (siehe Abb. 7).
- Elektrometrische Diagnostik:
  - Das Endometriegerät zeigt bei Instrumentation des Perforationsgebietes

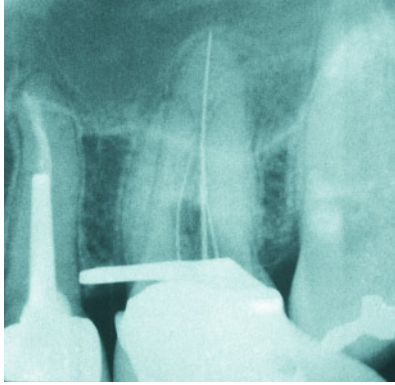
(z. B. in einer Region weit oberhalb des Apex) eine Überinstrumentierung ins Parodont an (Abb. 8).

- Oft ergibt sich erst durch ein Röntgenbild (oder mehrere) Klarheit (siehe auch Abb. 4).

## 4 Falldarstellungen

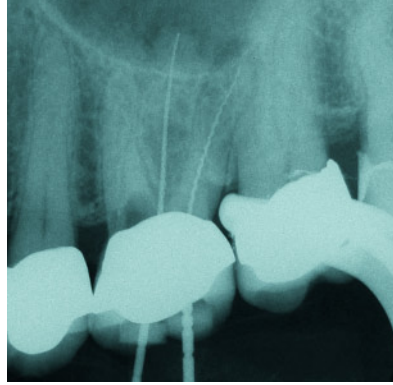
Nachfolgende Falldarstellungen sollen Möglichkeiten aufzeigen, welche die Verwendung biokompatibler Materialien in Kombination mit der Nutzung eines Dentalmikroskops zur Versorgung von Wurzelperforationen bieten. Als Perforationsverschlussmaterial wurde ausschließlich Mineral Trioxide Aggregate (ProRoot MTA, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Schweiz) verwendet. Da der Fokus dieses Beitrages auf der Problematik des Verschlusses von Perforationen und somit auf dem Gebiet der Endodontologie liegt, wird bei den beispielhaft dargestellten Einzelfällen zugunsten einer kürzeren Darstellung auf die Erwähnung zahlreicher Befunde (z. B. parodontologische oder ästhetisch-restaurative Aspekte) teilweise verzichtet.

Summarisch kann festgestellt werden, dass allen Patienten die jeweils gewonnenen Untersuchungsdaten, der Therapieplan sowie die Risiken in einem



**Abbildung 4** Alio loco angefertigte Röntgen-Messaufnahme eines Zahnes 26, es ist eine ausgedehnte Perforation in den Bereich der Trifurkation dieses Oberkiefer-Molaren erkennbar.

**Figure 4** Working-length radiograph of tooth 26, an extensive perforation is detectable in the furcation area of this maxillary molar.



**Abbildung 5** Röntgen-Messaufnahme des Zahnes 26 nach Perforation, im Bereich der mesialen Wurzel kann eine von epigingival bis nach subkrestal reichende Perforation vermutet werden. Die in den distobukkalen und palatinalen Wurzelkanal eingebrachten WK-Instrumente scheinen die korrekte Arbeitslänge zu erreichen.

**Figure 5** Working-length radiograph of tooth 26 after perforation, a perforation from the epigingival to subcrestal areas is suspected in the mesial root area. The root canal instruments placed in the distobuccal and palatal root canal appear to have the correct working length.

ausführlichen Gespräch erläutert wurden. Gemeinsam mit den Patienten erfolgte jeweils eine Nutzen-/ Risiko-Abwägung der vorgeschlagenen Maßnahmen und möglicher Alternativen.

## 5 Fall Nr. 1: Perforationsverschluss im Furkationsbereich eines OK-Molaren (nach Trepanation)

### 5.1 Zahnärztliche Anamnese/ Diagnose

Die Patientin (31 Jahre) stellte sich etwa 10 Monate nach einer alio loco durchgeführten Schmerzbehandlung am Zahn 26 erstmalig in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg vor. Da die alio loco durchgeführte Trepanation des Zahnes 26 zunächst zu Schmerzfreiheit geführt hatte und sich die Patientin in einer beruflich sehr angespannten Situation befand, versäumte sie vorerst, die Wurzelkanalbehandlung fortführen zu

lassen. Erst knapp 10 Monate später erinnerte sie sich aufgrund erneut auftretender dumpfer Schmerzen ausgehend von Zahn 26 an den Rat des notdiensthabenden Zahnarztes, sich zur Weiterbehandlung dieses Zahnes in der Mund-Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg vorzustellen.

### 5.2 Befunde und Diagnose bezüglich des 2. Quadranten mit Fokus auf Zahn 26

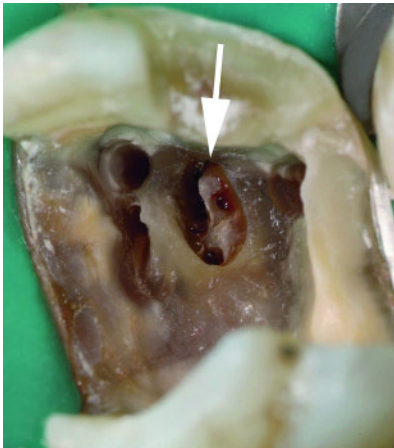
Das Röntgenbild des Vorbehandlers zeigt eine ausgedehnte Perforation in den Bereich der Trifurkation des linken ersten Oberkiefer-Molaren (Abb. 4, Ausgangssituation). Zahn 26 war alio loco durch die Krone (VMK) trepaniert und die Zugangskavität mit einem provisorischen Material verschlossen worden, welches bei Erstvorstellung geringfügig ausgewaschen, aber noch dicht erschien. Die Sensibilitätsprobe (CO<sub>2</sub>) ergab folgende Ergebnisse: 23+, 24+, 25– (wurzelkanalgefüllt), 26– (trepaniert, PV), 27+. Von allen Zähnen des II. Quadranten war nur Zahn 26 leicht perkussionsempfindlich. Die apikale

Palpation ergab keinen auffälligen Befund. Schwellungen oder Fistelungen waren an keinem Zahn feststellbar. Die Sulkussondierungstiefen lagen im II. Quadranten zwischen 2 und 4 mm. Interradikulärer Knochenabbau im Sinne von Furkationsbefall lag an keinem Zahn vor, was für die Versorgung einer Perforation im Furkationsbereich als prognostisch günstig bewertet werden kann [34, 38].

### 5.3 Behandlungsmaßnahmen bezüglich Zahn 26

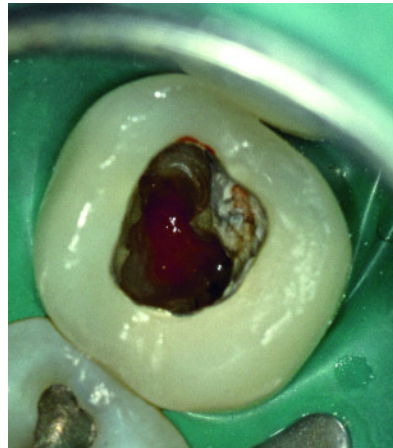
Zunächst wurde unter Kofferdamisolation versucht, die Wurzelkanaleingänge mit Hilfe eines Dentalmikroskops zu lokalisieren, unterbrochen von häufigen Spülungen mittels CHX-Lösung 0,12 % (Glaxo Smith Kline GmbH, Bülh, Deutschland) zur Blutstillung und Desinfektion. Es konnten drei Kanäleingänge (mesio-bukkal, distobukkal und palatinal) dargestellt werden. Nach Sondierung der Kanäle mit Hilfe von K-Feilen der ISO-Größen 06–10 wurden Wurzelkanalinstrumente der ISO-Größe 20 und ISO-Größe 40 (palatinal) eingebracht und es wurde eine Röntgen-Messaufnahme angefertigt (Abb. 9).

Nach Festlegung der Arbeitslängen erfolgte die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung mit Hilfe von FlexMaster-Feilen (VDW, München, Deutschland) begleitet von kontinuierlichen Wurzelkanalspülungen (NaOCl 3 % und CHX-Lsg. 0,12 %, jeweils nach Zwischenspülung mittels Alkohol 70 %). Nach Kanaltrocknung mittels steriler Papierspitzen (VDW) erfolgte der Verschluss der Perforation mittels grauem ProRoot MTA (Dentsply-Maillefer) unter Sicherung der Kanäleingänge mit Hilfe von Fingerspreadern. Da aufgrund der ausgedehnten Perforation der gesamte Boden der Pulpakammer mit MTA bedeckt war (siehe Abb. 10), wurde in der Folgesitzung zur zusätzlichen bakterien-dichten Abdeckung und zum Schutz die MTA-Zementschicht mittels Hybridkomposit (Herculite; Vivadent, Schaan, Liechtenstein) überschichtet und somit ein neuer Boden der Pulpakammer modelliert. Die definitive Wurzelkanalfüllung erfolgte unter Anwendung der Technik der kalten lateralen Kondensation unter Verwendung von Guttapercha und Sealer (AH Plus; Dentsply, Konstanz).



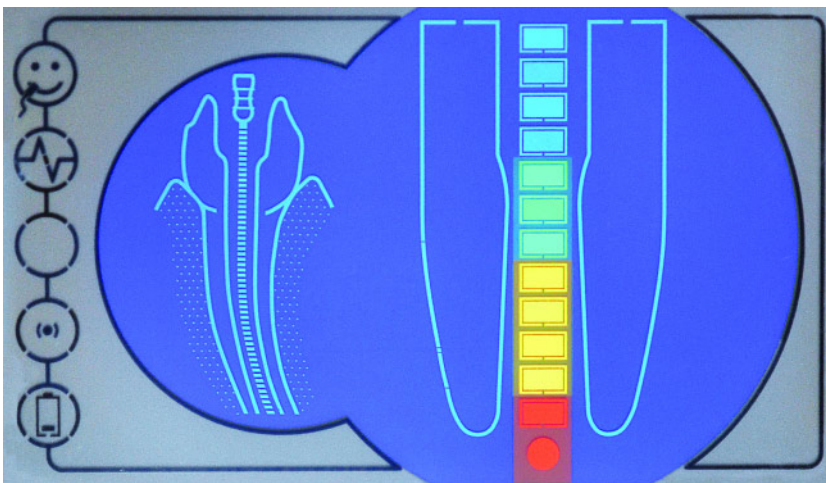
**Abbildung 6** Klinisches Bild einer Furkationsperforation (siehe Pfeil) an einem Oberkiefer-Molaren.

**Figure 6** Clinical picture of furcation perforation (see arrow) in a maxillary molar.



**Abbildung 7** Sichteinschränkungen durch eine Blutung aus dem Perforationsgebiet bei einem Oberkiefer-Molaren mit großer Perforation in die Trifurkation (korrespondierend zu Abb. 4 und den Abb. 9–11).

**Figure 7** Visibility impaired by bleeding from the perforation area in a maxillary molar with large perforation in the trifurcation (corresponding to Fig. 4 and Fig. 9–11).



**Abbildung 8** Anzeige, welche auf dem Display eines Endometriegerätes (Bsp. Rapex 5, VDW) bei Überinstrumentation ins Parodont, auch via Wurzelperforation erfolgt.

**Figure 8** Display of an electronic apex locator (Rapex 5, VDW) indicating overinstrumentation into the periodontal tissues, the same display appears by instrumentation of a root perforation.

#### 5.4 Besondere Problematik dieses Falles

- Ausgedehnte Perforation, welche fast den gesamten Bereich des Pulpabodens umfasste (Abb. 4 und Abb. 7).
- Es bestanden bei Behandlungsbeginn ungünstige Sichtverhältnisse durch eine Blutung aus dem Perforationsgebiet (Abb. 7).

- Die Patientin stellte sich erst 10 Monate nach Trepanation durch den Vorbehandler vor, da sie zwischenzeitlich beschwerdefrei war. Dies konnte prognostisch als ungünstig bewertet werden [6, 28, 43].
- Als prognostisch günstig war einzuschätzen, dass keine Verbindung des Perforationsgebietes zum Sulkusgebiet dieses Zahnes bestand [6, 28, 43].

#### 5.5 Recall

Die Patientin erschien nach 6 Monaten und anschließend jährlich nach Perforationsverschluss am Zahn 26 zu Recalluntersuchungen. Sie gab an, über die gesamte Beobachtungsperiode beschwerdefrei gewesen zu sein. Perkussionsempfindlichkeit, auffällige Sondierungstiefen oder unphysiologische Zahnlockerungen lagen bei keinem Recall vor. Der Kompositverschluss der Trepanationsöffnung des Zahnes 26 war auch nach über 5 Jahren noch suffizient. Die Patientin wünschte keine neue Kronenversorgung an diesem Zahn. Leider zog die Patientin nach diesem vorerst letzten Recall um und war deshalb für weitere Recalluntersuchungen nicht erreichbar. Auf dem Röntgenbild, welches etwas mehr als 5 Jahre nach Perforationsverschluss angefertigt wurde (Abb. 11), erscheint Zahn 26 unauffällig, der Parodontalspalt kann in physiologischer Breite kontinuierlich verfolgt werden. Das Gebiet des Perforationsverschlusses weist keinerlei röntgenologische Anzeichen einer Fremdkörperreaktion oder Entzündung (Osteolyse) auf.

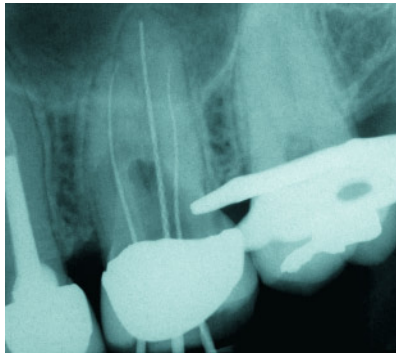
#### 5.6 Epikrise und Prognose

Da sich der Zahn 26 der Patientin auch noch nach mehr als 5 Jahren klinisch und röntgenologisch unauffällig darstellte, kann er nach den strengen Erfolgskriterien der DGZMK aus dem Jahr 2001 [53], die in Anlehnung an Richtlinien der European Society of Endodontology (ESE) erstellt wurden [14, 15], in die Kategorie „Vollständige Heilung“ eingestuft werden.

### 6 Fall Nr. 2: Perforationsverschluss im mittleren Wurzel-drittel (nach nicht achsen-gerechter Trepanation)

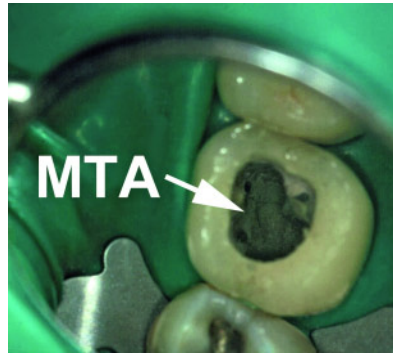
#### 6.1 Zahnärztliche Anamnese/ Vorgeschichte

Die Patientin (23 Jahre) stellte sich im Juni 2010 erstmalig in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg vor. Die Patientin wurde mit der Bitte um Erhaltungsver-



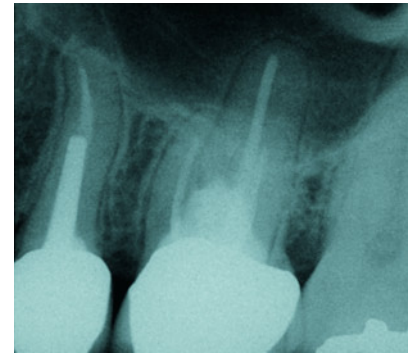
**Abbildung 9** Röntgen-Messaufnahme des Zahnes 26, vor Perforationsverschluss.

**Figure 9** Working-length radiograph of tooth 26 before sealing the perforation.



**Abbildung 10** MTA appliziert, die Kanäleingänge wurden mit Hilfe von Spreadern freigehalten.

**Figure 10** Application of MTA. Root canal orifices were kept open using spreaders.



**Abbildung 11** Zahnfilm vom Zahn 26 (5-Jahres-Recall).

**Figure 11** Follow-up radiograph of tooth 26 (recall after 5 years).

such des Zahnes 15, welcher bei Trepanation perforiert worden war, vom Hauszahnarzt überwiesen. Nach Angaben der Patientin bestanden bei Erstvorstellung leichte Beschwerden ausgehend von diesem Zahn.

## 6.2 Befunde und Diagnose bezüglich des I. Quadranten mit Fokus auf Zahn 15

Die Sensibilitätsprobe ( $\text{CO}_2$ ) ergab folgende Ergebnisse: 13+, 14+, 15- (Zustand nach Trepanation und medikamentöser Einlage), 16+, 17+. Der Perkussionstest war an allen Zähnen des I. Quadranten unauffällig. Auch die apikale Palpation dieser Zähne ergab keinen auffälligen Befund. Schwellungen oder Fistelungen waren an keinem Zahn feststellbar. Die Sulkussondierungstiefen lagen zwischen 2 und 3 mm. Interradikulärer Knochenabbau im Sinne von Furkationsbefall lag an keinem Zahn vor. Das am Tag der Erstvorstellung angefertigte Röntgenbild (Abb. 12) zeigte eine Perforation distal im mittleren Wurzel Drittel an Zahn 15. Der Parodontalspalt an diesem Zahn stellte sich auf diesem Röntgenbild geringfügig erweitert dar (Abb. 12). Als Diagnose wurde somit „Zustand nach Perforation im mittleren Wurzel Drittel distal am Zahn 15 bei alio loco angefangener Wurzelkanalbehandlung“ festgehalten.

## 6.3 Behandlungsmaßnahmen bezüglich Zahn 15

Nach Kofferdamisolation wurde der provisorische Verschluss entfernt. Unter Vi-

sualisierung eines Dentalmikroskops (ProErgo, Zeiss, Oberkochen, Deutschland) konnte bukkal im mittleren Wurzelkanalbereich des Zahnes 15 eine Perforation identifiziert werden. Mit Hilfe von Pulpabohrern nach Müller (Fa. Kommet-Brasseler, Lemgo, Deutschland) wurde zunächst Granulationsgewebe aus dem Perforationsgebiet entfernt. Nach Spülung mit 0,12 %-iger CHX-Lösung bestand keine Blutung mehr aus dem Perforationsgebiet, woraufhin gleich in dieser ersten Sitzung der Perforationsverschluss mittels MTA (ProRoot MTA, weiß, Dentsply-Maillefer) vorgenommen wurde. Eine anschließend angefertigte Röntgenaufnahme zur Kontrolle des Perforationsverschlusses diente gleichzeitig als Röntgen-Messaufnahme (Abb. 13). Die zur Längenkontrolle mit in den Wurzelkanal eingebrachte H-Feile (ISO 20) stellte sich ca. 1 mm vor dem röntgenologischen Apex dar. Die Perforation erschien – soweit beurteilbar – suffizient verschlossen. Es folgte die maschinelle Aufbereitung des Wurzelkanals bis zur Größe 06.40 (FlexMaster, VDW, München) begleitet von kontinuierlichen, teilweise ultraschallaktivierten Spülungen (NaOCl 3 %, Alkohol 70 %, EDTA 17 % und CHX-Lsg. 0,12 %). Nach medikamentöser Einlage (Kalziumhydroxid + CHX-Lsg.) wurde die Zugangskavität bakteriendicht provisorisch verschlossen. Zu Beginn der zweiten Sitzung berichtete die Patientin, seit der ersten Sitzung beschwerdefrei gewesen zu sein. Nach erneuten, teilweise ultraschallaktivierten Spülungen (NaOCl 3 %, Alkohol 70 %, CHX-Lsg. 0,12 %), erfolgte die thermoplastische Wurzelkanal-

füllung mittels Continuous Wave Technik (nach *Buchanan*) und der intrakanalär verankerte Verschluss der Zugangskavität mittels Hybridkomposit (Tetrico evoceram, Vivadent, Schaan, Lichtenstein).

## 6.4 Besondere Problematik dieses Falles

- Die tief im Wurzelkanal lokalisierte Lage der Perforation legte die Verwendung eines Dentalmikroskops nahe, weil damit der Perforationsverschluss unter optimaler Ausleuchtung und direkter Visualisierung vorgenommen werden kann. Somit konnte die gezielte Applikation von MTA-Zement ins Perforationsgebiet ohne Verblockung des restlichen Wurzelkanalsystems sichergestellt werden.

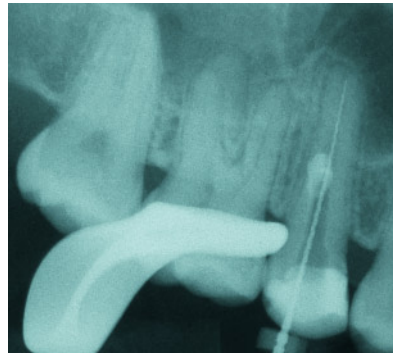
## 6.5 Recall

Recalluntersuchungen fanden bisher 6 und 12 Monate nach Perforationsverschluss und Wurzelkanalfüllung statt. Die Patientin berichtete, im gesamten Zeitraum beschwerdefrei gewesen zu sein. Eine Fistel oder pathologische Befunde bezüglich Perkussion, Lockerung oder Sondierungstiefen fanden sich bei keiner der Nachuntersuchungen. Die Röntgenaufnahmen aus diesen Recall-Untersuchungen zeigten sowohl periapikal als auch im Gebiet des Perforationsverschlusses keinerlei Entzündungszeichen (Abb. 14). Abbildung 14 zeigt den Zahnfilm ein Jahr nach Behandlungsabschluss.



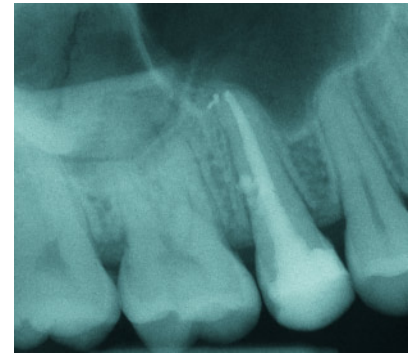
**Abbildung 12** Ausgangszahnfilm 15, es ist eine Perforation im mittleren Wurzelbereich erkennbar.

**Figure 12** Radiograph of tooth 15. Perforation can be seen in the middle third of the root.



**Abbildung 13** Röntgen-Messaufnahme des Zahnes 15, unmittelbar nach Perforationsverschluss.

**Figure 13** Working-length radiograph of tooth 15 immediately after sealing of the perforation.



**Abbildung 14** Kontrollröntgenbild vom Zahn 15 nach Wurzelkanalobturation, Wurzelkanalfüllung und Perforationsverschluss erscheinen soweit röntgenologisch beurteilbar ausreichend.

**Figure 14** Immediate post-op radiograph of tooth 15 indicates root canal filling and perforation seal are adequate.

## 6.6 Epikrise und Prognose

Wenige Tage nach Auftreten der Perforation stellte sich die Patientin in unserer Poliklinik für Zahnerhaltungskunde vor. Somit war ein zeitnaher Perforationsverschluss möglich. Dieses kurze Zeitintervall bis zum Perforationsverschluss und außerdem die Lokalisation im mittleren Wurzelbereich konnten als prognostisch günstige Faktoren betrachtet werden, wie oben stehend bereits anhand von Literaturhinweisen erläutert wurde. Eine Kontamination des Perforationsgebietes über den gingivalen Sulkus konnte bei dieser Perforationslokalisierung nahezu ausgeschlossen werden. Bei einer suffizienten, bakteriendichten postendodontischen Versorgung kann in diesem Fall die Prognose als sehr gut eingeschätzt werden [21, 49].

## 7 Fall Nr. 3: Perforationsverschluss im mittleren Wurzelbereich (bei perforierender interner Resorption)

### 7.1 Zahnärztliche Anamnese/ Vorgeschichte

Der Patient (35 Jahre alt) stellte sich im Juli 2008 erstmalig in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg vor. Er berichtete

über einen Befund, den sein Hauszahnarzt auf einem Zahnfilm von Zahn 11 entdeckt und ihn nach angefangener Wurzelkanalbehandlung am Zahn 11 um Vorstellung zur Mitbeurteilung und ggf. Weiterbehandlung im Universitätsklinikum Heidelberg gebeten habe.

### 7.2 Befunde und Diagnose bezüglich OK-Frontzahnbereich mit Fokus auf Zahn 11

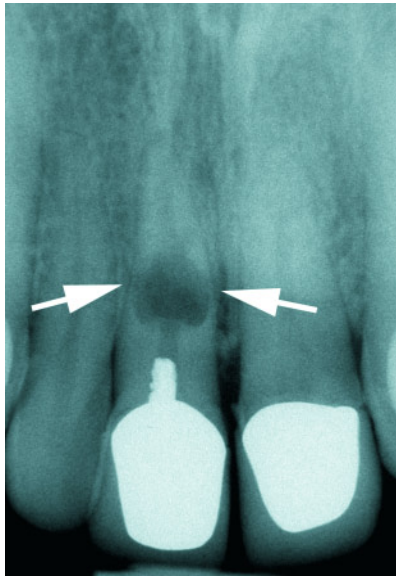
Der Sensibilitätstest ( $\text{CO}_2$ ) war außer am Zahn 11 im Bereich des gesamten Oberkiefer-Frontzahnbereiches positiv, allerdings erinnerte sich der Patient, dass die Reaktion auf den Sensibilitätstest an Zahn 11 bei Behandlungsbeginn durch den Hauszahnarzt zwar verzögert, aber noch vorhanden war! Der Perkussionstest war an keinem Zahn des Oberkiefer-Frontzahnbereiches positiv. Schwellungen, Fistelungen oder eine Aufbissemphindlichkeit lagen nicht vor. Die Sulcussondierungstiefen an den OK-Frontzähnen lagen zwischen 1 und 3 mm. Die Gingiva erschien entsprechend einer plaquebedingten, chronischen Gingivitis etwas gerötet und an mehr als 50 % der Sondierungspunkte folgte Bluten auf Sondieren. Der bei Erstvorstellung angefertigte Zahnfilm zeigte zentral im mittleren Wurzelbereich von Zahn 11 eine deutliche Aufhellung im Sinne einer perforierenden internen Wurzelresorption (Abb. 15). Auf vermutliche Verbindungen des Resorptionsgebietes

(Perforationen) zum seitlichen Parodont wird durch die Pfeile auf Abbildung 15 hingewiesen. Die Verdachtsdiagnose bezüglich Zahn 11 lautete entsprechend „perforierende interne Resorption im mittleren Wurzelbereich bei Zustand nach alio loco durchgeführter Trepanation“. Eine externe Resorptionsursache erschien aus zwei Gründen als unwahrscheinlich: einerseits konnte auch bei zirkulärer Sondierung am Zahn 11 maximal 2 mm tief sondiert werden. Bei einer externen oder zervikalen Resorption wäre eine Verbindung dieses entzündlichen Prozesses mit dem gingivalen Sulkus des Zahnes wahrscheinlich gewesen. Andererseits ging auf dem Ausgangs-Röntgenbild von Zahn 11 (Abb. 15) die resorptionsbedingte Aufhellung homogen in die kanalbedingte Aufhellung über, was ebenfalls das Vorliegen einer internen Resorption nahe legte.

Aufgrund der Einschätzung, dass eine weiterführende Diagnostik mittels Digitalem Volumen Tomogramm (DVT) keine therapeutische Konsequenz gehabt hätte, wurde auf dieses zusätzliche bildgebende diagnostische Verfahren (zumindest vorerst) verzichtet.

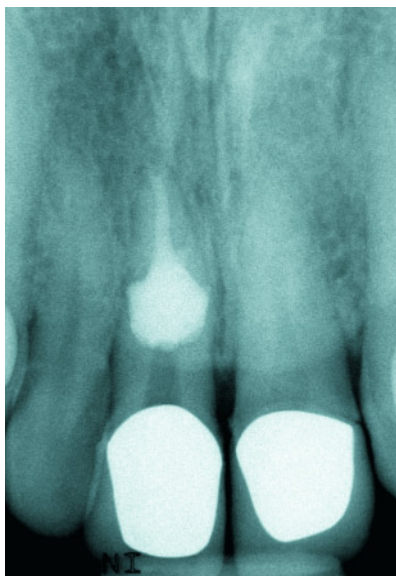
### 7.3 Besondere Problematik dieses Falles

- Die Progredienz von internen Wurzelresorptionen (auch: internes Granulom) ist an das Vorhandensein von



**Abbildung 15** Zahn 11 mit perforierender (siehe Pfeil) interner Resorption im mittleren Wurzeltrittel.

**Figure 15** Tooth 11 with perforating internal root resorption (see arrow) in the middle third of the root.



**Abbildung 17** Zahn 11 nach ultraschall-unterstützter MTA-Applikation in die Resorptionslakune.

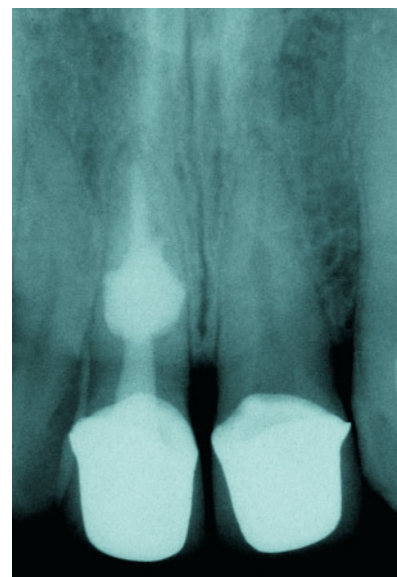
**Figure 17** Tooth 11 after ultrasonically assisted MTA application in the resorption area.

chronisch entzündetem vitalen Gewebe innerhalb des Wurzelkanalsystems gebunden [36, 52]. Ein positiver Sensibilitätstest ist somit kein Befund, der gegen die endodontische Behandlung des betroffenen Zahnes spricht!



**Abbildung 16** Typisches klinisches Bild des „pink spot“ bei interner Resorption im koronalen Wurzeltrittel bei einem Zahn 21.

**Figure 16** Typical clinical picture of „pink spot“ in internal resorption in the coronal third of the root of tooth 21.



**Abbildung 18** Recall-Röntgenbild 43 Monate nach Obturation des Zahnes 11 mit MTA-Verschluss der perforierenden Resorption. Der Kanalbereich koronal des Resorptionsgebietes wurde zur internen Stabilisation vollständig mit Komposit aufgefüllt.

**Figure 18** Follow-up radiograph 43 months after sealing the perforating root resorption with MTA. The root canal coronal to the resorption region was completely filled with bonded composite material for internal stabilisation.

- Nach Feststellung der Diagnose „interne Resorption“ ist eine unverzügliche Wurzelkanalbehandlung dieses Zahnes angezeigt.
- Bei weiter koronal gelegenen internen Resorptionen kann eine rötliche

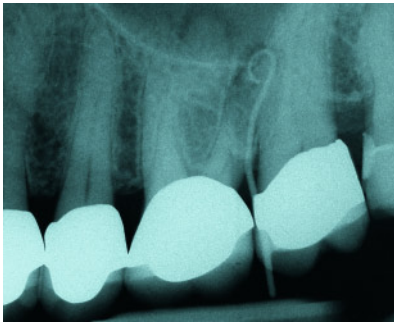
Verfärbung im Kronenbereich des betroffenen Zahnes auffallen (siehe zervikaler Bereich des Zahnes 21 auf Abb. 16).

- Wichtiger Faktor für die effektive Entfernung von entzündlich verändertem Gewebe aus dem Gebiet einer internen Wurzelresorption sind intensive (möglichst ultraschallaktivierte) Spülungen des Resorptionsgebietes mittels NaOCl. Die Auflösung des entzündlichen Weichgewebes aus dem Resorptionsgebiet wird außerdem durch eine anschließende medikamentöse Einlage von Kalziumhydroxid unterstützt.

#### 7.4 Behandlungsmaßnahmen bezüglich Zahn 11

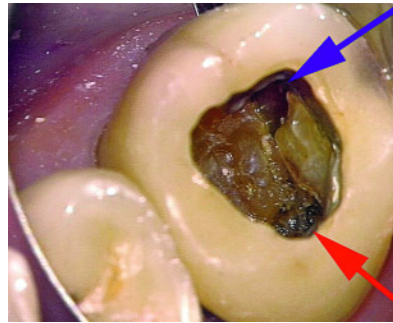
Nach Anästhesie und Kofferdamisolation wurde der provisorische Verschluss entfernt. Erwartungsgemäß erfolgte aus dem Kanallumen des Zahnes 11 eine starke Blutung. Nach vorsichtiger initialer Katheterisierung des Wurzelkanals durch Handfeilen der ISO-Größe 10–20 erfolgte mittels maschineller Wurzelkanalaufbereitungsfeilen (Mtwo, VDW und GT, Dentsply-Maillefer) die Entfernung von noch vitalen und nekrotischen Gewebsteilen, begleitet von ultraschallaktivierten Spülungen mittels NaOCl (3 %). Nach Erweiterung des koronalen Wurzelkanalabschnittes bis zum Gebiet der internen Resorption wurden besonderes Augenmerk und Zeit in ultraschallaktivierte Spülungen (NaOCl 3 %) investiert, um alles Gewebe aus dem Resorptionsgebiet zu entfernen und somit eine Progredienz der Resorptionsvorgänge zu verhindern [50]. Nach Trocknung mittels steriler Papierspitzen wurde abschließend in das Kanalsystem eine medikamentöse Einlage (Kalziumhydroxid + CHX-Lsg.) eingebracht und ein bakteriendichter provisorischer Verschluss der Zugangskavität vorgenommen. Im Abstand von 2 Wochen erfolgte die Wurzelkanalfüllung des Zahnes 11. In dieser Sitzung wurden anfangs nochmals ultraschallaktivierte Spülungen durchgeführt. Das gesamte Kanalsystem wurde unter Sicht eines Dental-Mikroskops bis oberhalb des Resorptionsdefektes komplett mittels ProRoot MTA (ProRoot MTA, weiß, Dentsply-Maillefer) aufgefüllt. Dabei erfolgte die Ultraschallaktivierung der Plugger, mit denen MTA in kleinen Portionen eingebracht und kondensiert wurde, um sicher zu stellen, dass alle Resorptionslaku-





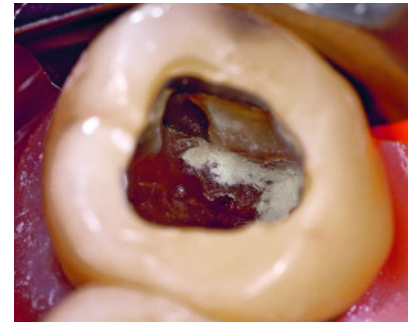
**Abbildung 19** Zahnfilm vom Zahn 26 (mit Darstellung des Fistelgangs).

**Figure 19** Periapical radiograph of tooth 26 (showing the presence of a sinus tract).



**Abbildung 20** Klinisches Bild einer kombinierten Perforation an einem Oberkiefer-Molaren mit epigingivalen (blauer Pfeil) und subkrestalen Anteilen (roter Pfeil). Eine Metallmatrize wurde bereits appliziert und mittels Keilchen adaptiert. Das Anlegen von Kofferdam war erst nach dem Perforationsverschluss möglich.

**Figure 20** Clinical picture of a combined perforation in a maxillary molar with epigingival (blue arrow) and subcrestal portions (red arrow). A metal matrix band had already been fitted and adapted using wedges. The rubber dam could only be put in place after the perforation was sealed.



**Abbildung 21** Klinisches Bild nach Applikation von MTA (Pro Root MTA, weiß, Dentsply-Maillefer) auf die epi- und subkrestalen Anteile der Perforation.

**Figure 21** Clinical picture following application of MTA (Pro Root MTA, white, Dentsply-Maillefer) to the epi- and subcrestal areas of the perforation.

nen und auch kleine seitliche Perforationen des Resorptionsgebietes in das angrenzende Parodont (siehe Abb. 17) homogen mit MTA aufgefüllt werden.

Nach Anfertigung der anschließenden Röntgenkontrollaufnahme (Abb. 17) wurde die Zugangskavität definitiv mittels Hybridkomposit (Tetric evo ceramic, Vivadent) adhäsiv verschlossen und der Zahn durch das tief intrakanalär verankerte Komposit außerdem von intern stabilisiert [12].

### 7.5 Recall

Recalluntersuchungen fanden 12, 27 und 43 Monate nach Wurzelkanalfüllung des Zahnes 11 statt. Der Patient gab an, über die gesamte bisherige Beobachtungsperiode beschwerdefrei gewesen zu sein. Im Rahmen der Recall-Untersuchungen waren weder klinisch noch röntgenologisch auffällige Befunde feststellbar. Abbildung 18 zeigt das Recall-Röntgenbild 43 Monate nach Obturation des Zahnes 11 mit Versorgung der perforierenden Resorption. Weder in der Nachbarschaft zum ehemaligen Resorptionsgebiet noch periapikal sind am Zahn 11 eine Osteolyse oder sonstige pathologische Befunde verifizierbar (Abb. 18).

### 7.6 Epikrise und Prognose

Als möglicher verursachender Faktor für die Ausbildung einer internen Resorption werden vor allem dentale Traumata und Infektionen im Bereich der Pulpa angegeben [3, 4, 52].

Über die erfolgreiche Versorgung von perforierenden internen Resorptionen mittels MTA wurde bereits mehrfach in Form von Falldarstellungen berichtet [24, 33, 42]. Auch wenn das Vorgehen der verschiedenen Autoren differiert, bestand jeweils auch nach mehreren Jahren Recall noch ein erfolgreiches Ergebnis. Auch im vorgestellten Fall kann die Prognose des Zahnes 11 des Patienten nach inzwischen mehr als 3,5 Jahren Recall als günstig eingeschätzt werden.

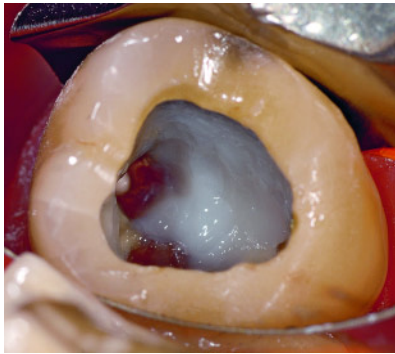
### 8 Fall Nr. 4: Perforationsverschluss einer von epigingival bis nach subkrestal reichenden Perforation (nach Trepanation mit Kanalsuche)

#### 8.1 Zahnärztliche Anamnese/Vorgeschichte

Der Patient (68 Jahre) stellte sich im August 2010 erstmalig in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg vor. Er berichtet, seit einigen Wochen Beschwerden oben links zu haben.

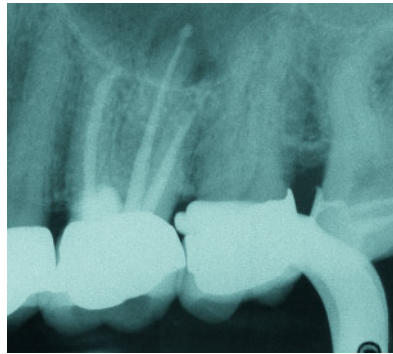
#### 8.2 Befunde und Diagnose bezüglich des II. Quadranten mit Fokus auf Zahn 26

Die Sensibilitätsprobe (CO<sub>2</sub>) ergab folgende Ergebnisse: 23+, 24+, 25+, 26-, 27+, 28+. Am Zahn 26 war in der vestibulären Umschlagsfalte ein Fistelausgang erkennbar. Der Perkussionstest war nur am Zahn 26 leicht positiv, an allen anderen Zähnen des II. Quadranten unauffällig. Die apikale Palpation dieser Zähne ergab nur am Zahn 26 eine leichte Druckdolenz. Die Sulkussondierungstiefen an den Zähnen des II. Quadranten lagen zwischen 2 und 3 mm. Erhöhte Zahnlockerungen lagen nicht vor. Das am Tag der Erstvorstellung aufgenommene Röntgenbild mit in den Fistelgang inseriertem Gut-tapercha-Stift zeigte periapikale Aufhellungen an der palatinalen und distalen Wurzel des Zahnes 26 (Abb. 19).



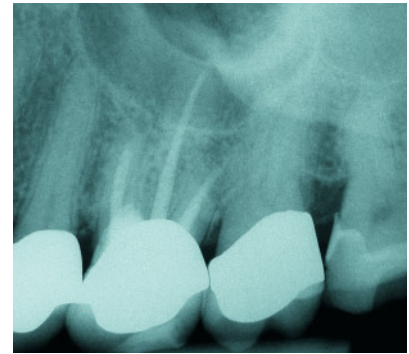
**Abbildung 22** Klinisches Bild nach Verschluss der zum Sulkus gelegenen Bereiche der Perforation mittels Hybridkomposit (Tetric EvoCeram Bleach, Vivadent), bei gleichzeitiger Überschichtung des MTA-Zementes.

**Figure 22** Clinical picture following sealing of the perforation area close to the gingival sulcus with hybrid composite (Tetric EvoCeram Bleach, Vivadent) simultaneously overlaying the MTA cement.



**Abbildung 23** Kontrollröntgenbild vom Zahn 26, nach Wurzelkanalobturation, Wurzelkanalfüllung und Perforationsverschluss erscheinen soweit röntgenologisch beurteilbar suffizient.

**Figure 23** Immediate post-op radiograph of tooth 26 indicates root canal filling and perforation seal are adequate.



**Abbildung 24** Recall-Röntgenbild vom Zahn 26 nach einem Jahr. Sowohl periapikal als auch im Gebiet des Perforationsverschlusses sind keine Anzeichen eines Entzündungsgeschehens (Osteolyse) erkennbar.

**Figure 24** Follow-up radiograph of tooth 26 after one year. There is no indication of an inflammatory process (osteolysis), neither periapically nor in the area of the perforation.

(Abb. 1–3: Medienzentrums des Universitätsklinikums Heidelberg,

Abb. 4, 5–11, 15–18, 20–22: J. Mente,

Abb. 5, 12–14, 19, 23–24: M. Leo)

Der Fistelgang ließ sich anhand des eingebrachten Guttapercha-Stiftes zur distalen Wurzel vom Zahn 26 verfolgen (Abb. 19). Basierend auf diesen klinischen und radiologischen Befunden ergab sich die Diagnose eines chronischen apikalen Abszessgeschehens ausgehend vom Zahn 26, welches sich aus einer chronischen apikalen Parodontitis an diesem Zahn entwickelt hatte [1].

### 8.3 Behandlungsmaßnahmen bezüglich Zahn 26

Nach Kofferdamisolation erfolgte die Trepanation des Zahnes 26. Es konnten distobukkal und palatinal Wurzelkanaleingänge identifiziert werden. Bei der Suche nach Wurzelkanaleingängen in der mesiobukkalen Wurzel kam es trotz Verwendung eines Dentalmikroskops zur Perforation in diesem Bereich. Aufgrund einer starken Blutung aus dem Perforationsgebiet wurden in dieser ersten Sitzung nach endometrischer Längenkontrolle noch Wurzelkanalfeilen in den distobukkalen und palatinalen Kanal eingebracht, eine Röntgen-Messaufnahme angefer-

tigt (Abb. 5) und anschließend eine medikamentöse Einlage (Kalziumhydroxid + CHX-Lsg.) in die bereits dargestellten Wurzelkanäle und das Perforationsgebiet eingebracht. Die Zugänglichkeit wurde an diesem Tag mittels faserverstärktem Zinkoxid-Eugenol-Zement (IRM, Dentsply) provisorisch verschlossen. Zur nächsten Behandlungssitzung mit geplantem Perforationsverschluss wurde ein Spezialist für Endodontologie hinzugezogen.

In der zweiten Sitzung stellte sich das Perforationsgebiet nach Entfernung des provisorischen Verschlusses blutungsfrei dar. Mittels Dentalmikroskop konnten sowohl epigingivale, epikrestale, als auch subkrestale Anteile der Perforation identifiziert werden (Abb. 20). Nach Adaptation einer Metallmatrize (Palodent, Dentsply) zur Abdichtung des Perforationsanteiles zum mesialen Sulkusbereich dieses Zahnes 26, wurden zunächst die epi- und subkrestalen Anteile der Perforation mittels MTA (ProRoot MTA, weiß, Dentsply-Maillefer) verschlossen (Abb. 21). Anschließend erfolgte die Applikation von opakem Hybridkomposit (Tetric EvoCeram Bleach, Vivadent) zum

Verschluss der epi- und subgingivalen Bereiche der Perforation, bei gleichzeitiger Überschichtung des MTA-Zementes (Abb. 22). Die vollständige Wurzelkanalaufbereitung unter kontinuierlichen, teilweise ultraschallaktivierten Spülungen (NaOCl 3 %, Alkohol 70 %, EDTA 17 %, CHX-Lösung 2 %) aller Wurzelkanäle wurde unmittelbar nach Perforationsverschluss unter Kofferdamisolation vorgenommen. An diesem Tag erfolgte nochmals eine in das Wurzelkanalsystem des Zahnes 26 mittels Lentulo eingebrachte medikamentöse Einlage (Kalziumhydroxid + CHX-Lsg.). Zwei Wochen später wurde dann die definitive thermoplastische Wurzelkanalfüllung mittels Continuous Wave Technik (nach *Buchanan*) unter Verwendung von Guttapercha und Sealer auf Epoxidharz-Basis (AH Plus, Dentsply) vorgenommen. Auf der Röntgenaufnahme, welche direkt nach Wurzelkanalfüllung angefertigt worden ist, erscheinen Wurzelkanalfüllung und Perforationsverschluss suffizient (Abb. 23). Es ist keine Konturunterbrechung zwischen den benachbarten Zahnstrukturen und den Verschlussmaterialien (MTA und Kom-

posit) erkennbar. Ein für die Continuous Wave Technik typischer „puff“ von Sealer ist apikal der palatinalen Wurzel erkennbar.

#### 8.4 Recall

Recalluntersuchungen fanden 6 und 12 Monate nach Wurzelkanalfüllung statt. Der Patient berichtete, in diesem gesamten Zeitraum beschwerdefrei gewesen zu sein. Eine Fistel oder pathologische Befunde bezüglich Perkussion, Lockerung oder Sulkussonderung fanden sich bei keiner der Nachuntersuchungen. Die Röntgenkontrollen zeigten sowohl periapikal als auch im Gebiet des Perforationsverschlusses keinerlei Entzündungszeichen (Abb. 24). Die osteolysebedingten periapikalen Aufhellungen (Abb. 23) erschienen (soweit mittels Zahnfilmaufnahme beurteilbar) nach einem Jahr als vollständig ausgeheilt (Abb. 24).

#### 8.5 Epikrise und Prognose

Aufgrund der perforationsbedingten direkten Verbindung zum gingivalen Sulkus war die Prognose des Zahnes 26 im vorliegenden Fall zunächst als ungünstig einzustufen [6, 17]. Die Verbindung zur Mundhöhle bringt eine Besiedlung des Perforationsgebietes durch Mikroorganismen mit sich. Dieses zusätzliche Risiko wurde im vorgestellten Fall durch den besonders zeitnahen Verschluss der Perforation minimiert [27]. Bei der Reparatur von Perforationen im Sulkusbereich ist es wichtig, einen kontinuierlichen Übergang von Perforationsverschlussmaterial zur Zahnschubstanz zu erreichen, um eine parodontale Taschenbildung in diesem Gebiet nicht zu begünstigen. Dies ist im vorgestellten Fall gelungen. Auch nach einem Jahr lagen die Sulkussondierungstiefen am Zahn 26 unverändert zwischen 2 und 3 mm (ohne

Blutung). Bei weiterhin guter Mundhygiene und regelmäßigen Kontrollen durch Recalluntersuchungen ist die Prognose des Zahnes 26 nach nunmehr einem Jahr der Nachkontrolle als gut einzustufen.

#### 8.6 Praktische Tipps zur Anwendung von MTA für Perforationsverschlüsse

- MTA kann mit Hilfe einer MTA-Gun in mehreren Einzelportionen ins Perforationsgebiet eingebracht und mittels geeigneter Plugger (z. B. nach *Machtou*) kondensiert werden.
- Wenn durch die Blutung aus dem Perforationsgebiet auch nach dem Spülen die Sichtverhältnisse stark eingeschränkt ist, ist eine medikamentöse Zwischeneinlage (Mischung aus Kalziumhydroxidpulver und CHX-Lösung) [5, 44] für wenige Tage sehr hilfreich, um den Perforationsverschluss (ohne störende Blutung) in einer nächsten Sitzung durchführen zu können.
- Abhängig von Ausdehnung und Lage der Perforation kann sich der Schutz von Kanaleingängen vor Verblockung mit MTA-Zement schwierig gestalten. Die Kanaleingänge können in derartigen Fällen mit Hilfe von Fingerspreadern (wie sie normalerweise zur lateralen Kondensation von Gut-tapercha verwendet werden) offen gehalten werden.
- Für lediglich epi- und subgingival gelegene Perforationen sollte weiterhin auf andere Materialien für den Perforationsverschluss ausgewichen werden, da MTA weder die Abrasionsstabilität eines Komposit aufweist noch polierbar ist.
- Bei kombinierten Perforationen mit epigingivalen, aber auch subkrestalen Anteilen (siehe Fallbeispiel Nr. 4) sollten die zum Sulkus weisenden Schichtungen des Perforationsverschlusses mit einem verschleißfesten

Material (z. B. Komposit) vorgenommen werden, zumindest die zum Sulkus gelegene Schicht des MTA-Zementes sollte mittels Komposit oder lighthärtendem Glasionomerzement überdeckt werden.

### 9 Schlussfolgerung

Durch die konsequente Verwendung moderner Visualisierungshilfen bei der Darstellung des Arbeitsfeldes (z. B. Lu-pensysteme, Dental-Mikroskope) sowie den Einsatz biokompatibler und regenerationsfördernder Materialien (z. B. MTA) lassen sich heute auch ausgedehnte Wurzelperforationen, deren Prognose bis vor wenigen Jahren noch als weitgehend „aussichtslos“ galt, suffizient versorgen.

Die bisher vorliegenden Daten aus klinischen Studien weisen darauf hin, dass mit Hilfe von Mineral Trioxide Aggregate (MTA) ausgedehnte Perforationen sowie perforierende Resorptionen (internen und externen Ursprungs) erfolgreich verschlossen werden können und auch langfristig der direkte Kontakt des Reparaturmaterials (MTA) mit den parodontalen Geweben unproblematisch ist. DZZ

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

#### Korrespondenzadresse

Dr. Johannes Mente  
Leiter Bereich Endodontologie &  
Dentale Traumatologie  
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde  
Klinik für Mund-, Zahn- und  
Kieferkrankheiten  
Universitätsklinikum Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg

### Literatur

1. AAE Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology. *J Endod* 35, 1634 (2009)
2. Alhadainy HA, Himel VT: An in vitro evaluation of plaster of Paris barriers used under amalgam and glass ionomer to repair furcation perforations. *J Endod* 20, 449–452 (1994)
3. Andreasen JO, Andreasen FM, Anderson L: Traumatic injuries to the teeth. 4th ed., Blackwell Munksgaard, Copenhagen 2007
4. Andreasen JO, Andreasen FM: Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc* 88(Suppl.1), 95–114 (1992)
5. Basrani B, Ghanem A, Tjaderhane L: Physical and chemical properties of

- chlorhexidine and calcium hydroxide-containing medications. *J Endod* 30, 413–417 (2004)
6. Beavers RA, Bergenholtz G, Cox CF: Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of *Macaca mulatta*. *Int Endod J* 19, 36–44 (1986)
  7. Benenati FW, Roane JB, Biggs JT, Simon JH: Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J Endod* 12, 161–166 (1986)
  8. Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR: Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 37, 699–704 (2004)
  9. Chau JY, Hutter JW, Mork TO, Nicoll BK: An in vitro study of furcation perforation repair using calcium phosphate cement. *J Endod* 23, 588–592 (1997)
  10. Danesh G, Dammashcke T, Gerth HU, Zandbiglari T, Schafer E: A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *Int Endod J* 39, 213–219 (2006)
  11. Daoudi ME, Saunders WP: In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *J Endod* 28, 512–515 (2002)
  12. Desai S, Chandler N: The restoration of permanent immature anterior teeth, root filled using MTA: A review. *J Dent* 37, 652–657 (2009)
  13. ElDeeb ME, ElDeeb M, Tabibi A, Jensen JR: An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endod* 8, 459–466 (1982)
  14. ESE: Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 39, 921–930 (2006)
  15. ESE: Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 27, 115–124 (1994)
  16. Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S: Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *J Endod* 30, 627–633 (2004)
  17. Fuss Z, Trope M: Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 12, 255–264 (1996)
  18. Gorni FG, Gagliani MM: The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod* 30, 1–4 (2004)
  19. Harris WE: A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod* 2, 126–134 (1976)
  20. Hartwell GR, England MC: Healing of furcation perforations in primate teeth after repair with decalcified freeze-dried bone: a longitudinal study. *J Endod* 19, 357–361 (1993)
  21. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I: Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent* 87, 674–678 (2002)
  22. Holland R, Bisco Ferreira L, de Souza V, Otoboni Filho JA, Murata SS, Dezan E, Jr.: Reaction of the lateral periodontium of dogs' teeth to contaminated and noncontaminated perforations filled with mineral trioxide aggregate. *J Endod* 33, 1192–1197 (2007)
  23. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E: Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod* 25, 728–730 (1999)
  24. Hsien HC, Cheng YA, Lee YL, Lan WH, Lin CP: Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod* 29, 538–539 (2003)
  25. Ingle JI: A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 14, 83–91 (1961)
  26. Kerekes K, Tronstad L: Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 5, 83–90 (1979)
  27. Kvinnsland I, Oswald RJ, Halse A, Gronningsaeter AG: A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J* 22, 75–84 (1989)
  28. Lantz B, Persson PA: Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth. A histologic study. *Odontol Tidskr* 75, 209–237 (1967)
  29. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 19, 541–544 (1993)
  30. Lemon RR: Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dent Clin North Am* 36, 439–457 (1992)
  31. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M: Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod* 30, 80–83 (2004)
  32. Martin LR, Gilbert B, Dickerson AW: 2nd. Management of endodontic perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 54, 668–677 (1982)
  33. Meire M, De Moor R: Mineral trioxide aggregate repair of a perforating internal resorption in a mandibular molar. *J Endod* 34, 220–223 (2008)
  34. Mente J, Hage N, Pfefferle T et al.: Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: Repair of root perforations. *J Endod* 36, 208–213 (2010)
  35. Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC: Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 24, 184–186 (1998)
  36. Ne RE, Witherspoon DE, Gutmann JL: Tooth resorption. *Quintessence Int* 30, 9–25 (1999)
  37. Oynick J, Oynick T: Treatment of endodontic perforations. *J Endod* 11, 191–192 (1985)
  38. Pace R, Giuliani V, Pagavino G: Mineral trioxide aggregate as repair material for furcal perforation: case series. *J Endod* 34, 1130–1133 (2008)
  39. Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L: Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1, 22–28 (1985)
  40. Ribeiro DA, Matsumoto MA, Duarte MA, Marques ME, Salvadori DM: Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 39, 26–30 (2006)
  41. Rud J, Rud V, Munksgaard EC: Retrograde sealing of accidental root perforations with dentin-bonded composite resin. *J Endod* 24, 671–677 (1998)
  42. Sari S, Sonmez D: Internal resorption treated with mineral trioxide aggregate in a primary molar tooth: 18-month follow-up. *J Endod* 32, 69–71 (2006)
  43. Seltzer S, Sinai I, August D: Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 49, 332–339 (1970)
  44. Sirén EK, Haapasalo MP, Waltimo TM, Orstavik D: In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *Eur J Oral Sci* 112, 326–331 (2004)
  45. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K: Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16, 498–504 (1990)
  46. Souza NJ, Justo GZ, Oliveira CR, Haun M, Bincoletto C: Cytotoxicity of materials used in perforation repair tested using the V79 fibroblast cell line and the granulocyte-macrophage progenitor cells. *Int Endod J* 39, 40–47 (2006)
  47. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD: Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 28, 5–7 (2002)
  48. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR: Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 20, 159–163 (1994)
  49. Tronstad L, Asbjornsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM: Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 16, 218–221 (2000)
  50. Tronstad L: Root resorption – etiology, terminology and clinical manifestati-

- ons. *Endod Dent Traumatol* 4, 241–252 (1988)
51. Tsesis I, Fuss Z: Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topics* 13, 95–107 (2006)
52. Wedenberg C, Lindskog S: Experimental internal resorption in monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 1, 221–227 (1985)
53. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK: Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 56, 206–207 (2001)
54. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A: In vitro comparison of the biocompatibility of mineral trioxide aggregate, 4META/MMA-TBB resin, and intermediate restorative material as root-end-filling materials. *J Endod* 33, 1066–1069 (2007)
55. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LS: Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod* 26, 404–406 (2000)