

BERTRAND KHAYAT

GUILLAUME JOUANNY



MIKROCHIRURGISCHE ENDODONTOLOGIE



QUINTESSENCE PUBLISHING

MIKROCHIRURGISCHE ENDODONTOLOGIE



Bertrand Khayat | Guillaume Jouanny



MIKROCHIRURGISCHE ENDODONTOLOGIE

 QUINTESSENCE PUBLISHING

Berlin | Chicago | Tokio
Barcelona | London | Mailand | Mexiko Stadt | Moskau | Paris | Prag | Seoul | Warschau
Istanbul | Peking | Sao Paulo | Zagreb



Titel der französischen Erstausgabe:

La chirurgie endodontique. In der Reihe *Tout simplement* erschienen bei Espace ID, Paris, 2016.

Titel der dieser Ausgabe zugrunde liegenden englischen Ausgabe:

Microsurgical Endodontics. Erschienen bei Quintessence International, Paris 2019.

© Quintessence International 2019

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



Quintessenz Verlags-GmbH

Ifenpfad 2–4

12107 Berlin

www.quintessenz.de

© 2021 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Illustrationen: Napoleão Editora, São Paulo

Übersetzung: Peter Rudolf, München

Lektorat: Ursula Tanneberger, Berlin

Herstellung: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

ISBN: 978-3-86867-505-4

Printed in Croatia

Geleitwort



Die apikale Mikrochirurgie (auch periradikuläre Mikrochirurgie) ist inzwischen eine etablierte Therapieoption für den Erhalt von Zähnen mit postendodontischer Infektion. In den vergangenen 20 Jahren haben deutliche Fortschritte bei der Fallauswahl und Behandlungsplanung (DVT), dem chirurgischen Instrumentarium (Mikroskope, Endoskope, Ultraschall-Mikroinstrumente, Hämostatika) und biokompatiblen retrograden Füllungsmaterialien (MTA, Biokeramiken) die Entwicklung dieser endodontischen Disziplin vorangetrieben. Das bedeutet: Die Endodontie verfügt heute mit der apikalchirurgischen Option über eine leistungsfähige und wichtige Alternative zur konventionellen endodontischen Revision und Extraktion.

Die Autoren, Bertrand Khayat und Guillaume Jouanny, verdienen große Anerkennung für dieses Buch, in dem sie alle genannten Aspekte einer modernen endodontischen Mikrochirurgie behandeln. Beide sind erfahrene Zahnärzte, geschickte Chirurgen und nicht zuletzt renommierte Referenten auf dem Gebiet der endodontischen Chirurgie. Das vorliegende Buch stellt didaktisch überzeugend und übersichtlich die einzelnen Therapieschritte der apikalen Mikrochirurgie dar. Hervorragende klinische Aufnahmen und Grafiken ergänzen den präzisen Text, der die Untersuchung des Patienten und die chirurgischen und mikrochirurgischen Techniken eindrücklich darstellt. Eine ausgezeichnete Ergänzung sind die Videos, die das inhaltliche und visuelle Verständnis der behandelten Thematik erweitern, und zu denen das Buch Zugang gibt.

Möge dieses Buch zu einem besonderen Schatz für Zahnmedizinstudierende, Allgemeinzahnärzte und Endodontiespezialisten werden, die Kenntnisse auf dem Gebiet der apikalen Chirurgie erwerben oder sie erweitern wollen. Auf diesem Weg wird es dazu beitragen, viele Zähne zu erhalten und die Gesundheit unserer Patienten zu verbessern.

Prof. Dr. med. dent. Thomas von Arx

Oberarzt und Stellvertreter des Klinikdirektors an der Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

Vorwort



Ziel jeder Wurzelkanalbehandlung ist die Prävention und Therapie der apikalen Parodontitis. Eine endodontogene Parodontitis apicalis ist die Entzündungsantwort der periradikulären Gewebe auf die Anwesenheit von Mikroorganismen in den Wurzelkanälen. Die Wurzelkanalbehandlung dient dazu, diese Mikroorganismen möglichst vollständig zu eliminieren und ihrer erneuten Vermehrung vorzubeugen. Die apikale Chirurgie möchte dieselben Ziele erreichen und ist in diesem Sinn eine vollwertige endodontische Behandlung.

Besteht eine Situation mit persistierender periradikulärer Erkrankung endodontischer Herkunft nach einer primären Therapie, sind verschiedene Lösungen möglich: Extraktion, konventionelle orthograde Revision oder apikale Chirurgie. Die klassische Vorstellung, dass unabhängig von der klinischen Situation immer eine konventionelle Revision angezeigt ist, basiert auf der veralteten Auffassung, dass eine Wurzelspitzenresektion unsichere Ergebnisse liefert und die Ultima Ratio darstellt.

In den letzten Jahren hat hier ein Paradigmenwechsel stattgefunden. Instrumente, Techniken und Materialien haben sich weiterentwickelt und die Erfolgsrate der apikalen Chirurgie hat sich so weit erhöht, dass sie mit derjenigen der herkömmlichen Wurzelkanalbehandlung vergleichbar ist. Bei korrekter Indikationsstellung ist die apikale Chirurgie heute eine zuverlässige Therapieoption, und in Fällen mit persistierenden endodontogenen Läsionen sind nicht mehr nur die Revision und die Extraktion in Betracht zu ziehen. Vielmehr sollte ein apikalchirurgischer Eingriff als zuverlässige konservierende Lösung erwogen und den Patienten vorgeschlagen werden.

Danksagungen



Ich danke meinem Koautor Dr. Guillaume Jouanny dafür, dass er seinen Enthusiasmus, seine Fähigkeiten und außergewöhnlichen Kenntnisse zum Thema eingebracht und die Realisierung dieses Projekts erst ermöglicht hat. An den Abenden und Wochenenden unserer Arbeit ließ er einen lebendigen Austausch entstehen, der auch über die Endodontie hinausging. Weiterhin danke ich Dr. Gerald Harrington, meinem Lehrer. Sein Wissen, sein permanentes Streben nach Perfektion und sein Einsatz für die Patienten haben meinen beruflichen Ansatz inspiriert. Ich schätze mich glücklich, dass ich von seiner Lehrtätigkeit profitieren durfte.

Ich danke Dr. Syngcuk Kim, dem führenden Kopf und Pionier auf dem Gebiet der endodontischen Mikrochirurgie.

Zudem danke ich meinem Bruder Philippe Khayat, mit dem ich das Vergnügen habe, meine Praxis zu teilen, und auf dessen Unterstützung ich immer bauen kann. Seine unglaubliche Begabung für die Zahnmedizin ist mir ein Vorbild.

Alle in diesem Buch gezeigten Eingriffe wurden mit der Hilfe meiner Assistentinnen Chantal Devillars und Olfa Assadi durchgeführt. Ich danke ihnen für ihr Geschick und ihre Einsatzfreude. Sie sind „Verlängerungen“ meiner eigenen Hände.

Schließlich widme ich das Buch meiner Frau Susie, die mich jederzeit unterstützt und ermutigt hat, und meinen Kindern Adrien und Cléophee, die meine vielen Abwesenheiten geduldig ertragen haben.

Bertrand Khayat

Mein Interesse an der Endodontie ist in Dr. Khayats Praxis geweckt worden. Als Student begann ich ihm beim Behandeln der Patienten zuzusehen. Er nahm mich unter seine Fittiche und lehrte mich geduldig die Grundzüge der Endodontie. An seiner Seite erschloss sich mir die Schönheit der apikalen Chirurgie und ihr Nutzen für unsere Patienten. 10 Jahre und viele Stunden gemeinsamer Arbeit später, ist es mir nun eine große Ehre und Freude, Koautor dieses Buches zu sein. Die apikale Chirurgie ist inzwischen fester Teil meiner täglichen Praxis. Ich danke Dr. Khayat für seine Anleitung, sein Engagement, seine andauernde Inspiration und sein Streben danach, nie mit dem bloß Akzeptablen zufrieden zu sein.

Ich danke auch meinen Lehrern und Vorbildern in der Zahnmedizin: Dr. Franck Decup danke ich dafür, dass er mich in die Zahnmedizin eingeführt hat und mich meine ersten Schritte am Operationsmikroskop machen ließ, außerdem für seine Geduld, Leidenschaft als Lehrer und seine Freundschaft. An Dr. Gil Tirlet geht mein Dank für seine Liebe zur Zahnmedizin, sein Streben nach Perfektion und seine Hingabe an die Ausbildung kommender Zahnarztgenerationen.

Ich danke Dr. Syngcuk Kim, Dr. Kratchman, Dr. Setzer, Dr. Karabucak und Dr. Kohli, meinen Kollegen während der Jahre in Philadelphia und der gesamten Penn-Familie. Die endodontische Chirurgie wäre ohne ihre Arbeit und internationalen Lehrbemühungen heute nicht das, was sie ist. Schließlich danke ich Dr. Martin Trope dafür, dass er mich gelehrt hat, immer weiterzufragen.

Guillaume Jouanny

Augmented Reality in diesem Buch



Zu diesem Buch gehören ergänzende Augmented-Reality-Videos, die über Tablet oder Smartphone zugänglich sind: einfach, zuverlässig, schnell und kostenfrei, von den Autoren ausgewählt, um den Inhalt zu veranschaulichen und das Gelesene zu vertiefen. So funktioniert's:



Download

„Mikrochirurgische Endodontie“-App im App Store (iOS) oder bei Google Play (Android) laden (anschließend offline verwendbar).



Locate

Abbildungen mit dem Augmented-Reality-Piktogramm aufsuchen (Seiten 39, 62, 116, 121, 140, 141, 157, 176, 191, 193, 209, 210).

Fly over

Smartphone oder Tablet mit geöffneter App über die Abbildungen halten, um das zugehörige Video wiederzugeben.



Die Videos sind auch ohne App über diesen QR-Code bzw. unter <https://video.qynet.de/b22270/> aufrufbar.



Inhaltsverzeichnis



Geleitwort	V
Vorwort	VI
Danksagungen	VII
Kapitel 1 Indikationen	1
Kapitel 2 Kontraindikationen	21
Kapitel 3 Präoperative Diagnostik, Medikation, Aufklärung und Einwilligung sowie postoperative Anweisungen	35
Kapitel 4 Vergrößerungshilfen und Instrumentarium	57
Kapitel 5 Ergonomie und Arbeitsposition	79
Kapitel 6 Anästhesie	95
Kapitel 7 Weichgewebeanatomie und Lappendesign	109
Kapitel 8 Aufklappung und Naht	139
Kapitel 9 Osteotomie, Resektion, Kürettage und Blutstillung	161
Kapitel 10 Retrograde Wurzelkanalpräparation	183
Kapitel 11 Retrograde Füllung	201
Kapitel 12 Therapieerfolg, regenerative Maßnahmen und Komplikationen	217
Ausführliches Inhaltsverzeichnis	241
Übersicht der Abbildungen mit Augmented Reality	246

Autoren



Bertrand Khayat

Doctor in dental surgery
Certificate in endodontics, University of Washington, USA
Master of science in dentistry, University of Washington, USA
Adjunct assistant Professor, University of Pennsylvania, USA

Studium der Zahnmedizin [1982] an der Universität Paris Diderot. Spezialisierung in Endodontie und Master of Science [1988] an der University of Washington. Als Pionier am Operationsmikroskop entwickelte er zudem mehrere chirurgische Instrumente, darunter Ultraschallspitzen für die retrograde Wurzelkanalpräparation. Dr. Khayat hält weltweit Vorträge zur endodontischen Chirurgie und betreibt eine private Praxis für konventionelle und chirurgische Endodontie in Paris.



Guillaume Jouanny

Doctor in dental surgery
Certificate in endodontics, University of Pennsylvania, USA
Clinical instructor, University of Paris Descartes, France

Studium der Zahnmedizin [2008] an der Universität Paris Descartes. Spezialisierung in Endodontie [2015] und umfangreiche Beschäftigung mit mikrochirurgischer Endodontie an der University of Pennsylvania. Seit seiner Rückkehr nach Frankreich Dozent an der Universität Paris Descartes. Dr. Guillaume Jouanny betreibt eine private Praxis in Paris und hält weltweit Vorträge zur chirurgischen Endodontie und anderen endodontischen Themen.

Die Autoren haben in den vergangenen 10 Jahren an mehreren Artikeln und einem französischen Fachbuch zur endodontischen Mikrochirurgie zusammengearbeitet. Gemeinsam haben sie ein Programm ins Leben gerufen, in dem Zahnärzte aus aller Welt ihre Fähigkeiten auf dem Gebiet der chirurgischen Endodontie vervollkommen können.

Indikationen

Die apikale Parodontitis ist eine dynamische Erkrankung und eine Radio-luzenz um die Wurzelspitze eines endodontisch behandelten Zahns nicht immer ein Zeichen für ein aktives Krankheitsgeschehen.

Es wurde gezeigt, dass Läsionen endodontischen Ursprungs bis zu 4 Jahre benötigen, um auszuheilen¹. Das Röntgenbild liefert daher also nur Informationen über den Zustand des periapikalen Knochens zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Ein Vergleich mit früheren Röntgenaufnahmen – sofern vorhanden – kann zeigen, ob die Läsion sich zurückbildet, also heilt, oder wächst und aktiv ist.

Wird eine endodontisch bedingte Läsion im Röntgenbild entdeckt, liefern eine klinische Untersuchung und die Anamnese der aktuellen Erkrankung zusätzliche, für die Entscheidungsfindung wichtige Informationen.



I. Persistierende Läsion nach zufriedenstellender Wurzelkanalbehandlung oder Revision

Die Qualität einer Wurzelkanalbehandlung wird üblicherweise im Röntgenbild überprüft. Sie gilt dann als zufriedenstellend, wenn alle Kanäle bis zum angestrebten Endpunkt gefüllt wurden. Ein zusätzliches digitales Volumentomogramm (DVT) ermöglicht die Beurteilung aller Kanäle, auch solcher, die mit einem zweidimensionalen Röntgenbild nur schwer darzustellen sind, wie z. B. ein zweiter mesiobukkaler Kanal bei einem oberen Molaren.

Die Wurzelkanalfüllung muss dicht und homogen sein, der Form des ursprünglichen Kanals folgen und im Bereich der Wurzelspitze 0 bis 2 mm vor dem röntgenologischen Apex enden (**Abb. 1**). Die Qualität der Wurzelkanalfüllung sagt etwas über die vermeintliche Qualität der Wurzelkanalpräparation aus, liefert aber keine Informationen über die Qualität der Desinfektion.

Die Qualität der Wurzelkanalfüllung und die Qualität des koronalen Verschlusses sind zwei Faktoren, die den Erfolg einer endodontischen Behandlung beeinflussen². Aus der Qualität der koronalen Restauration kann auf die Qualität der koronalen Abdichtung rückgeschlossen werden. Die Untersuchung erfolgt klinisch mit einer Häkchensonde und radiologisch mit einer Bissflügelaufnahme. Ist die Restauration defekt, kann eine Rekontamination der Wurzelkanäle stattgefunden haben und der Behandlungserfolg steht infrage.

Dass eine scheinbar erfolgreiche Wurzelkanalbehandlung nicht zur Heilung führt, kann verschiedene Gründe haben.

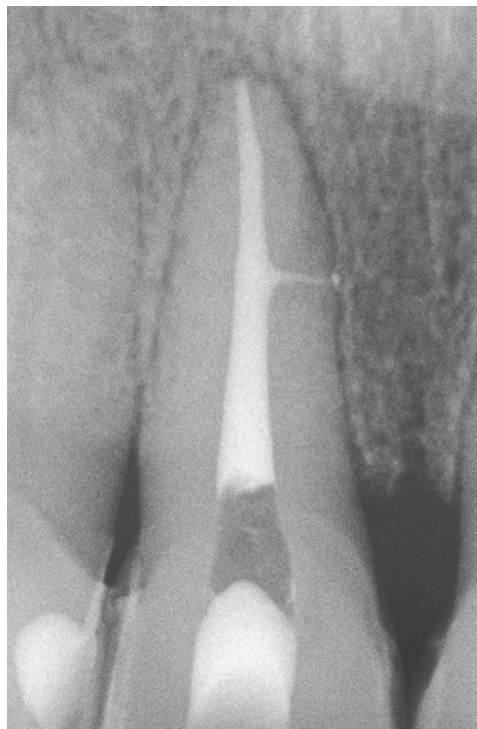


Abb. 1 Zufriedenstellende Wurzelkanalfüllung an einem Zahn 11. Die Füllung ist dicht und homogen und entspricht der Arbeitslänge.



A. Grenzen der konventionellen endodontischen Behandlung

Seit den Untersuchungen von Hess im Jahr 1928 ist bekannt, dass die endodontische Anatomie nicht nur aus einem einfachen Kanal besteht. Vielmehr liegt ein kanaläres System vor, das vor allem im apikalen Drittel Anastomosen, Isthmen und akzessorische Kanäle umfasst. Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass ein großer Anteil der internen Wurzeloberfläche bei einer orthograden Wurzelkanalbehandlung unbehandelt bleibt³. Ein Grund dafür ist der ovale Querschnitt der meisten Kanäle, der es schwer macht, den gesamten Kanal mit Instrumenten zu reinigen, die einen runden Querschnitt aufweisen (**Abb. 2**).

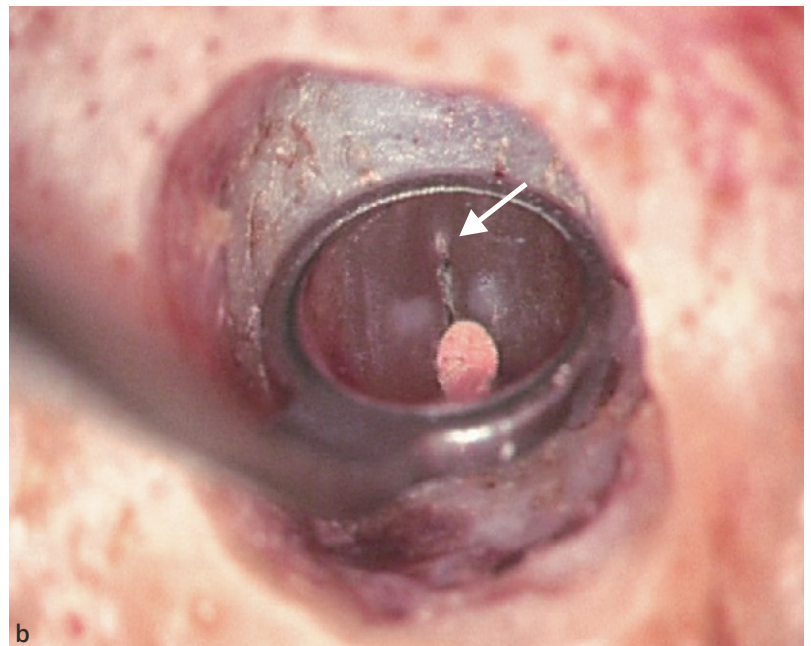
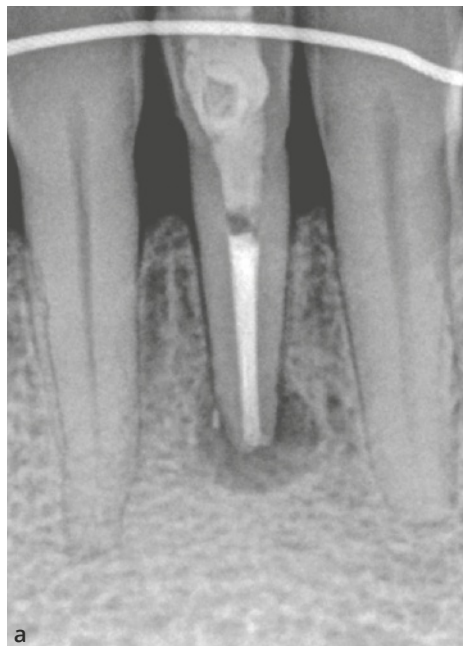


Abb. 2a Zahn 41 nach konventioneller Revision ein Jahr zuvor. Die Läsion heilt nicht. Eine chirurgische Intervention ist indiziert.

b Nach der Wurzelspitzenresektion zeigt sich ein abgeflachter Wurzelkanalquerschnitt, der über einen orthograden Zugang nicht gereinigt werden kann.

c Der Neoapex nach der Instrumentierung und retrograden Füllung.



In histologischen und mikroskopischen Untersuchungen nach endodontischen Misserfolgen⁴ wurde bakterieller Biofilm an Stellen gefunden, die für die konventionelle Instrumentierung nicht zugänglich waren. Bekanntermaßen haben die meisten endodontischen Misserfolge ihre Ursache darin, dass dieser Biofilm nicht entfernt werden konnte.

B. Extraradikuläre Infektion

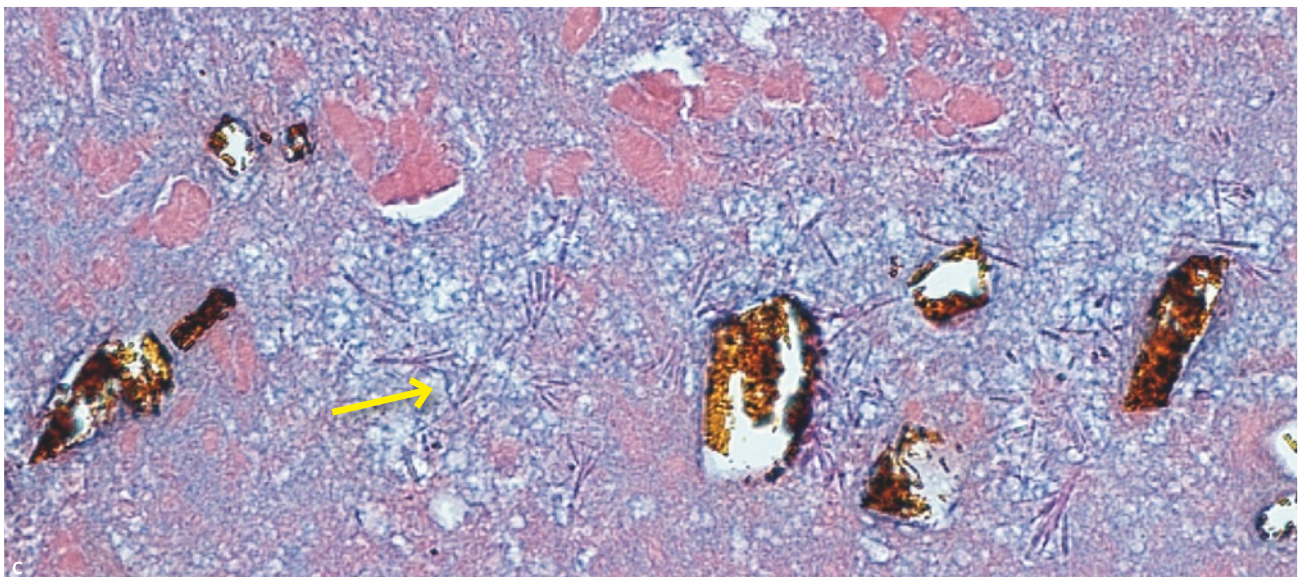
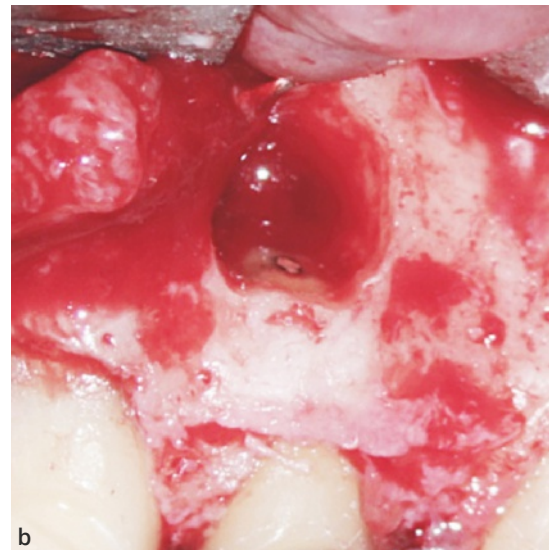
In manchen Fällen siedeln sich Bakterien oder Pilze auf der Außenfläche der Wurzelspitze an, und auch Zahnsteinablagerungen ähnelnde Strukturen wurden außen auf der Wurzelspitze beobachtet⁵.

Extraradikuläre Mikroorganismen sind bei der konventionellen orthograden Revision nicht zu erreichen. Die chirurgische Entfernung der Läsion und die Resektion der Wurzelspitze sind daher die einzige Möglichkeit, um eine Heilung des periapikalen Gewebes herbeizuführen (Abb. 3)⁶.

Abb. 3a Persistierende periradikuläre Läsion an einem Zahn 22.

b Chirurgische Entfernung der Läsion. Das Gewebe wird zur histopathologischen Untersuchung eingesendet.

c Bei der histopathologischen Analyse zeigt sich eine extraradikuläre Infektion mit den für eine Aktinomykose typischen Bakterienkolonien.



C. Zystische Läsionen

Im Röntgenbild lässt sich die histopathologische Natur einer Läsion endodontischen Ursprungs nicht bestimmen⁷. Es kann sich sowohl um ein Granulom als auch um eine zystische Läsion, d. h. eine von einem epithelialen Häutchen umkleidete Läsion handeln. Es gibt zwei Formen solcher Zysten: echte Zysten, die keine Verbindung mit dem Wurzelkanal haben, weil sie komplett von Epithel umschlossen sind, und Taschenzysten, die von Epithel umgeben sind, aber noch mit dem Wurzelkanal kommunizieren (Abb. 4). Taschenzysten haben bei der konventionellen Behandlung oder Revision eine günstigere Prognose. Dagegen spricht eine echte Zyste kaum auf eine konventionelle Wurzelkanalbehandlung oder -revision an, da die Infektion im Wurzelkanal nicht mit dem Zystenlumen in Verbindung steht. Zysten machen schätzungsweise 15 % aller periapikalen Läsionen aus⁷. Wenn eine kunstgerecht durchgeführte endodontische Revision nicht zur Heilung führt, besteht die Möglichkeit, dass die Läsion eine echte Zyste darstellt und eine apikalchirurgische Intervention angezeigt ist. Allgemein gilt, dass ein chirurgisches Vorgehen indiziert ist, wenn eine Wurzelkanalbehandlung (Primärbehandlung oder Revision) sich im Röntgenbild adäquat darstellt und mit einer klinisch zufriedenstellenden koronalen Restauration abgeschlossen wurde, die periradikuläre Läsion aber nicht abheilt (Abb. 5).

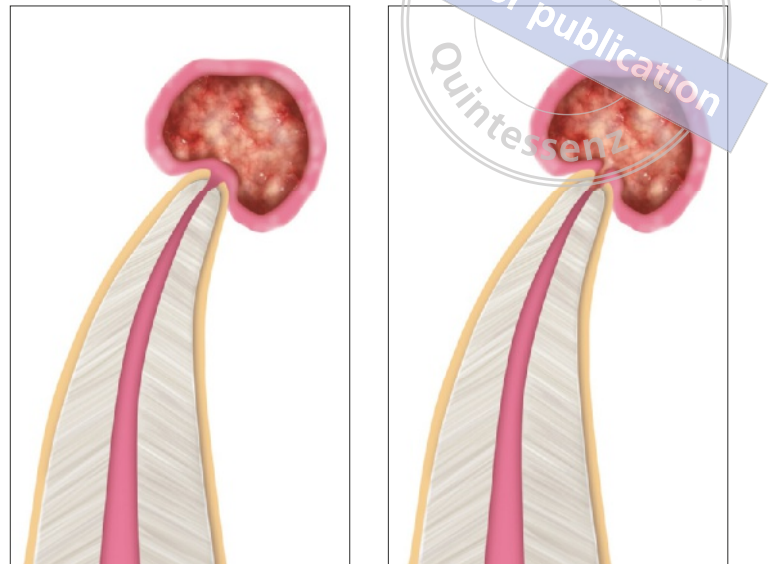


Abb. 4 Links: echte Zyste mit Separation der Läsion vom Wurzelkanal durch ein epitheliales Häutchen. Rechts: Taschenzyste; die Läsion steht mit dem Wurzelkanal in Verbindung.



Abb. 5a Zahn 46 mit apikaler Läsion.

b Postoperative Röntgenaufnahme nach der konventionellen Wurzelkanalbehandlung.

c Das Kontrollröntgenbild nach einem Jahr zeigt keine Zeichen einer Heilung an der mesialen Wurzel. Ein chirurgischer Eingriff sollte erwogen werden.



II. Persistierende Läsion nach nicht zufriedenstellender Wurzelkanalbehandlung oder Revision

Während einer primären endodontischen Behandlung können Fehler unterlaufen, die den Zugang zum gesamten Kanal unmöglich machen. Häufiger treten solche Fehler bei der endodontischen Revision auf. Die Entfernung von altem Füllungsmaterial kann genauso wie Fehler bei der vorangegangenen Behandlung zu einer arbiträren, teils sogar riskanten Behandlung führen. Schließlich kann die Entfernung eines Stiftaufbaus, um Zugang zum Kanalsystem zu erhalten, die Prognose des Zahns verschlechtern.

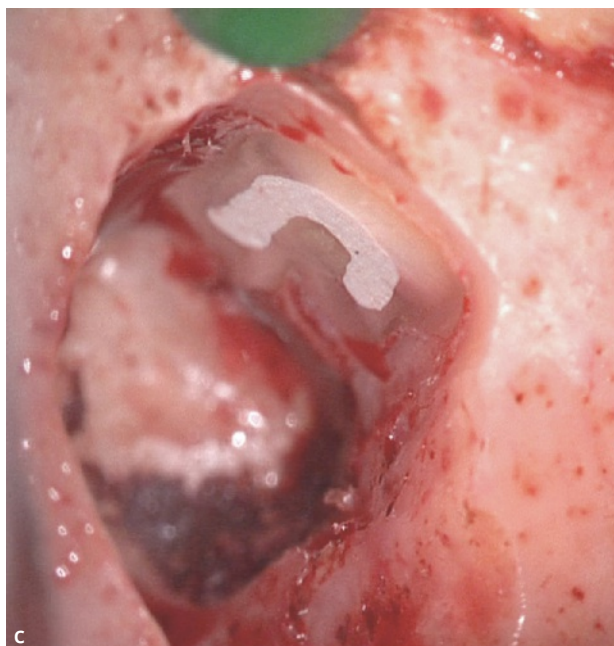
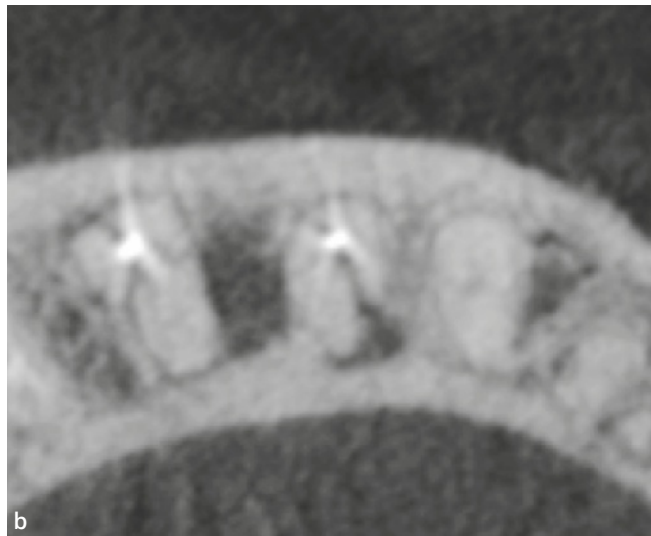
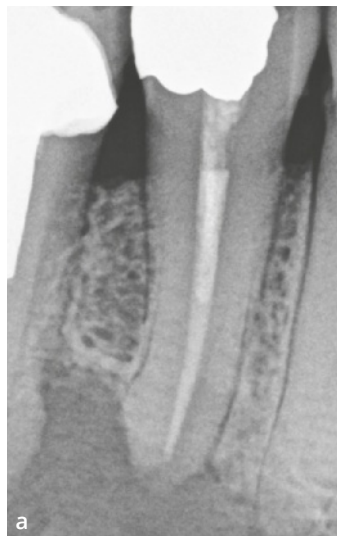
Abb. 6a Endodontisch bedingte periapikale Läsion an einem Zahn 44.

b Im horizontalen DVT-Schnitt zeigt sich ein c-förmiger Kanal.

c Resektionsfläche nach retrograder Präparation und Füllung des c-förmigen Kanals.

d Postoperatives Röntgenbild.

e Situation nach einjähriger Heilung.



A. Revision nicht möglich

Mitunter kann der apikale Abschnitt des Wurzelkanals aufgrund einer komplizierten Anatomie nicht behandelt werden (Abb. 6). Wenn eine frühere Behandlung zum Misserfolg geführt hat, weil der Kanal im apikalen Teil der Wurzel c-förmig ist, stellt eine chirurgische Intervention die Ideallösung dar, da sie die einzige Technik ist, mit der sich das gesamte Kanalsystem erreichen lässt.

B. Unsichere Prognose der Revision nach operativen Fehlern

Die Erfolgsraten endodontischer Revisionen wurden in Bezug auf die präoperative Situation analysiert. Bei einer vorhandenen Läsion betrug die Erfolgsrate 83,8 %, sofern die initiale Kanalmorphologie erhalten war. War die ursprüngliche Kanalform hingegen verändert worden, sank die Erfolgsrate auf 40,0 %. Vor der Entscheidung für eine Revision sollte daher die präoperative Situation sorgfältig analysiert werden, da die Prognose von ihr abhängig ist.

1. Perforationen

Wurzelperforationen sind iatrogene Verbindungen zwischen dem Wurzelkanalsystem und dem Parodont. Daneben können sie auch durch Wurzelresorption entstehen. Die Behandlung besteht in der Reinigung, Desinfektion und Füllung der Via falsa, mit dem Ziel einer bestmöglichen Abdichtung.

Die Prognose eines Zahns mit perforierter Wurzel ist immer schlechter als die eines Zahns ohne Perforation⁹. Für die Prognose eines Zahns mit Perforation werden verschiedene Kriterien herangezogen.

Hat sich ausgehend von der Perforation eine Läsion gebildet, ist die Erfolgsrate einer orthograden Behandlung viel geringer, als ohne eine solche Läsion. Wenn sich die Perforation auf Höhe einer Kanalkurvatur befindet, es zudem viel schwieriger, den ursprünglichen Verlauf des Kanals auf orthogradem Weg zu verfolgen, da die Instrumente stets dazu neigen, die Via falsa zu nehmen. Hier ist ein apikalchirurgischer Eingriff in Betracht zu ziehen (Abb. 7). Wenn darüber hinaus Füllungsmaterial durch die Perforation extrudiert wurde, ist eine orthograde Revision kontraindiziert und eine chirurgische Behandlung angezeigt (Abb. 8).

2. Instrumentenfraktur

Die Instrumentenfraktur ist eine weitere Komplikation bei der orthograden Wurzelkanalbehandlung. Unabhängig davon, ob das im Kanal verbleibende Fragment aus Nickel-Titan oder Edelstahl besteht: Es verhindert die weitere Instrumentierung und die Desinfektion des Wurzelkanalsystems. Bei der orthograden Behandlung besteht das weitere Vorgehen darin, das Fragment entweder zu entfernen oder zu umgehen. Ziel ist es, den apikal des Fragments befindlichen Kanalabschnitt zu erreichen und ihn zu reinigen. Wenn dies gelingt, sind die Erfolgsraten ebenso hoch wie bei Behandlungen ohne Instrumentenfraktur¹⁰. Befindet sich das Fragment hinter einer Kurvatur, ist die Entfernung oder Umgehung in der Regel schwierig, wenn nicht unmöglich. Da der apikale Anteil des Wurzelkanals



Abb. 7 Via falsa auf Höhe einer Kurvatur. Die Prognose einer orthograden Revision ist zweifelhaft. Eine chirurgische Behandlung ist indiziert.



in diesem Fall nicht gereinigt wird, kommt eine chirurgische Intervention in Betracht (**Abb. 9**).

3. Stufenbildung

Bei der Aufbereitung des Wurzelkanals können kleine Stufen entstehen, die das weitere Vordringen der Instrumente verhindern¹¹. Wenn es nicht möglich ist, den ursprünglichen apikalen Weg des Kanals wieder aufzunehmen, ist ein chirurgisches Vorgehen indiziert (**Abb. 10**).

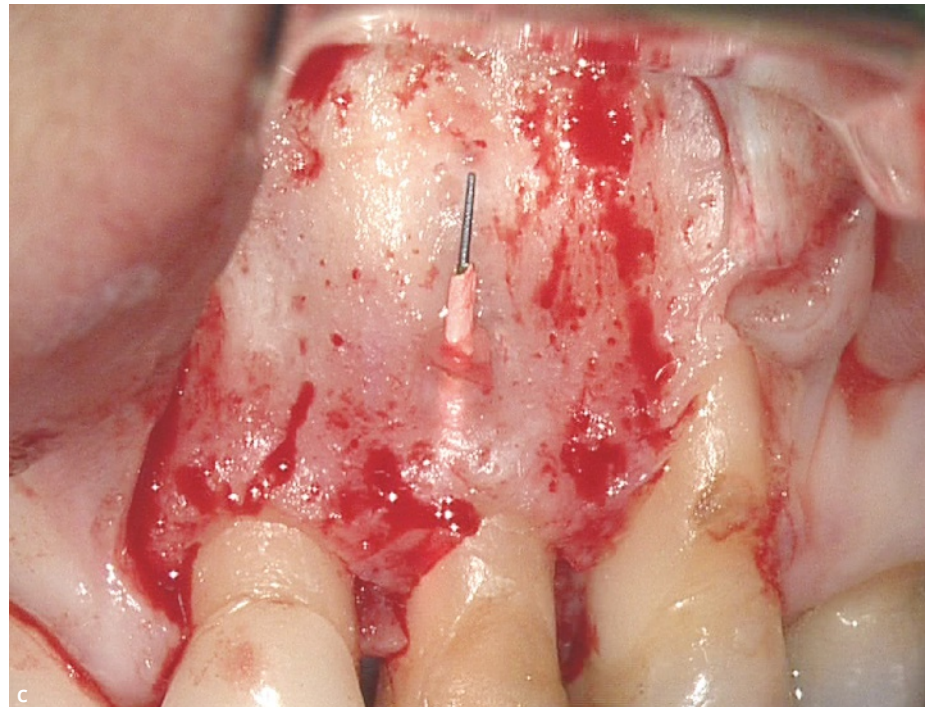


Abb. 8a Periapikale Läsion an einem Zahn 22. Durch eine Perforation – offenbar am Übergang vom mittleren zum apikalen Wurzel Drittel – ist Füllungs material ausgetreten.

b Im DVT-Schnitt zeigt sich, dass die Perforation tatsächlich weiter koronal lokalisiert ist. Bukkal des Zahns findet sich disloziertes Füllungs material auf einer Länge von 10 mm.

c Nach Öffnung eines Zugangslappens wird eine Füllung mit Kunststoff-Trägerstift sichtbar.

d Situation nach der Operation: Der Trägerstift wurde entfernt. Die Perforation und der gesamte verbliebene Wurzelkanalanteil wurden rein chirurgisch behandelt.

e Vollständige Heilung nach einem Jahr.

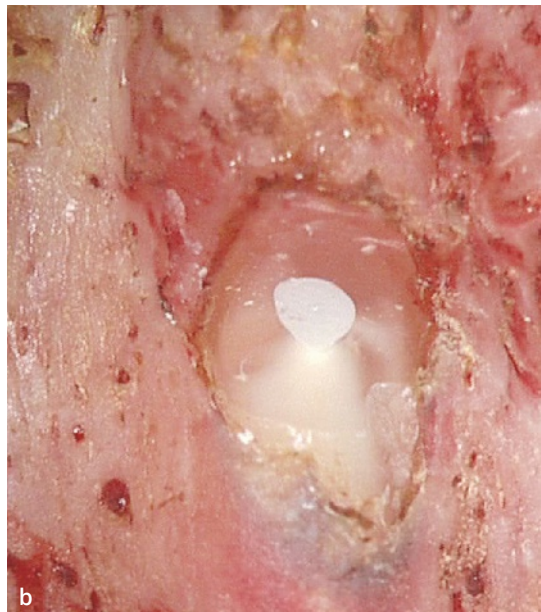
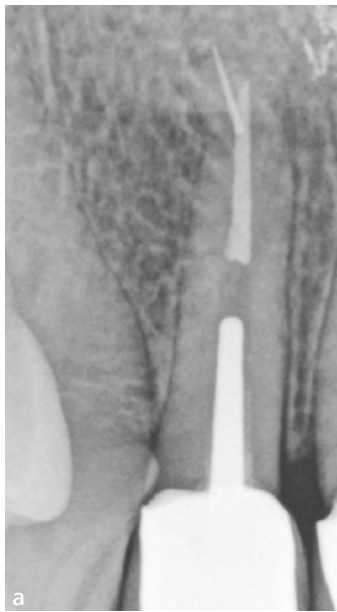


Abb. 9a Zahn 12 mit Instrumentenfragment im Bereich der Wurzelspitze.

b Intraoperatives Bild der rezezierten Wurzel mit gefülltem Kanal.

c Vollständige Heilung der Läsion nach einem Jahr. Die gesamte verbliebene Wurzelkanalstrecke wurde bis zum Stift aufbereitet und gefüllt.

C. Eingeschränkter Zugang zum Wurzelkanal

Ursprünglich galt die apikale Chirurgie als Ultima Ratio für Fälle, in denen ein Zugang zum Kanal besonders schwer herzustellen und mit einer potenziell destruktiven Entfernung prothetischer Rekonstruktionen verbunden war, die den Wert des Zahns als Pfeiler infrage gestellt hätte.

Diese Situation ist bis heute eine der häufigsten Indikationen für ein apikalchirurgisches Vorgehen und kann aufgrund der hohen Erfolgsraten der modernen apikalen Chirurgie als erste Option vorgeschlagen werden. Der chirurgische Ansatz ist hierfür eine sehr konservative Lösung, da eine Läsion endodontischen Ursprungs zuverlässig behandelt werden kann, ohne dass der vorhandene Zahnersatz entfernt werden muss. Damit sind auch die entsprechenden Begleitrisiken ausgeschlossen.

1. Prothetische Rekonstruktionen

Weitspannige Brücken, deren Pfeiler von wurzelbehandelten Zähnen mit apikalen Läsionen getragen werden, stellen eine problematische Situation dar. Die konventionelle Revision durch die Krone ist immer riskant, insbesondere, wenn die Pfeilerzähne Stiftaufbauten tragen. Zudem birgt die Entfernung von Brücken mit mehreren Pfeilerzähnen diverse Risiken (problematische Neuversorgung wegen Fraktur oder Verlust eines Pfeilers usw.) und hohe Kosten für den Patienten. In diesem Fall kann auf chirurgischem Weg lokal und sehr konservativ interveniert werden¹².

Mitunter zeigt die koronale Restauration keinen optimalen Randschluss. Bei sehr ausgedehnten Versorgungen muss jedoch das Verhältnis zwischen Kosten, Nutzen und Risiken einer Entfernung und Reparatur im Vergleich zu einem chirurgischen Eingriff abgewogen werden.

Gegebenenfalls ist es sinnvoller, die vorhandene Qualität der koronalen Restauration mit Zustimmung des Patienten zu akzeptieren, um die Risiken und Komplikationen einer vollständigen Entfernung zu vermeiden (**Abb. 11**).

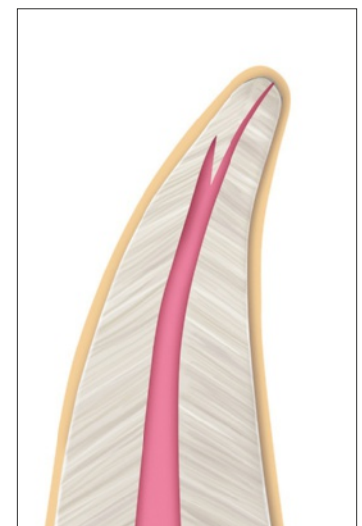


Abb. 10 Stufe im Kanal. Eine Präparation des apikalen Kanalanteils ohne das Risiko einer Perforation ist nicht möglich.



2. Rekonstruktionen mit Stiftaufbau

Besteht eine Läsion an einem überkronten Zahn mit gegossenem Stiftaufbau, sind sowohl die orthograde Revision als auch das chirurgische Vorgehen möglich. Die Entscheidung hängt hier von der Qualität der Kronenrestauration ab ([Abb. 12](#)).

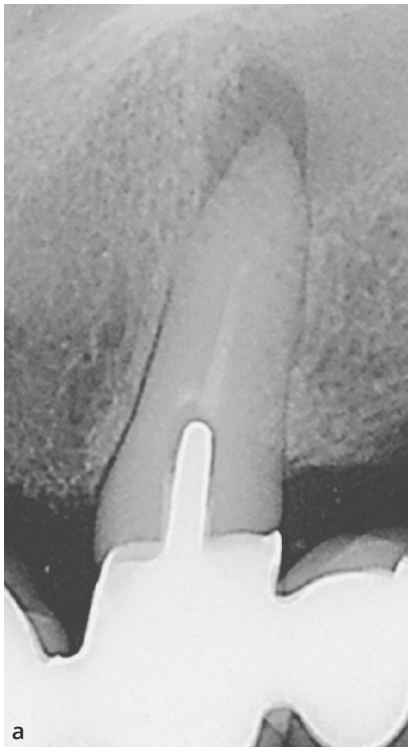
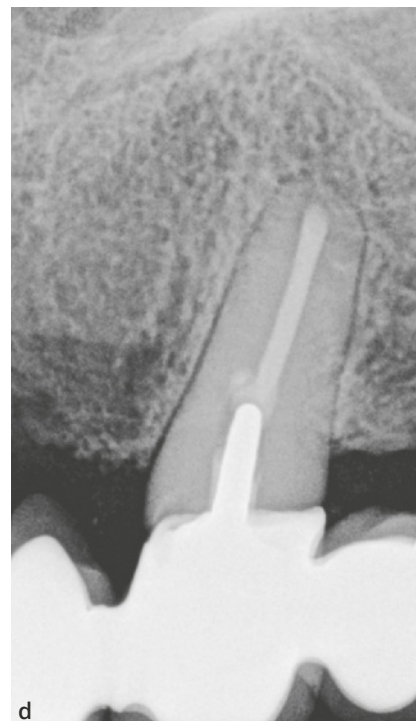
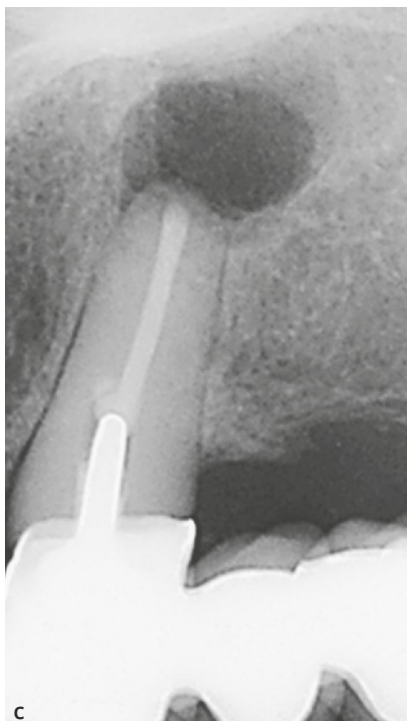


Abb. 11a Ein als Brückenpfeiler fungierender Zahn 23 mit endodontisch bedingter periapikaler Läsion.

b Intraoperatives Bild der resezierten Wurzel und der Wurzelkanalfüllung.

c Präparation und Füllung bis hin zum Wurzelkanalstift.

d Vollständige Heilung nach einem Jahr.





Wenn sich die koronale Restauration des Zahns in klinisch adäquatem Zustand zeigt und der chirurgische Ansatz nicht kontraindiziert ist, kommt die retrograde Behandlung infrage, da sich mithilfe neuer Ultraschallaufsätze der gesamte verbliebene Kanalraum (von der Resektionsebene bis zum apikalen Ende des Stifts) präparieren lässt. In diesem Fall entspricht das chirurgische Vorgehen einer von der Wurzelspitze

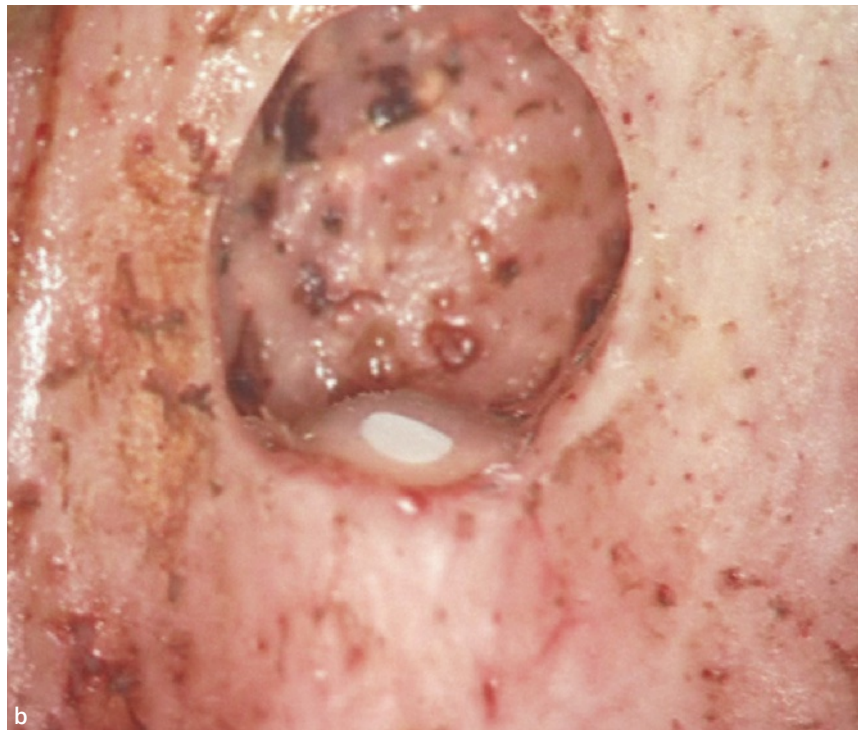


Abb. 12a Endodontisch bedingte periapikale Läsion an einem Zahn 21 mit akzeptabler Krone über einem Stiftaufbau.

b Intraoperatives Bild der resezierten Wurzel und der Wurzelkanalfüllung.

c Der verbliebene Wurzelkanalabschnitt wurde bis zum Stift gereinigt und gefüllt.

d Vollständige Heilung der Läsion nach einem Jahr.



her durchgeführten konventionellen Revision. Ist die koronale Restauration inakzeptabel, können die Entfernung des Zahnersatzes und eine konventionelle Revision in Betracht gezogen werden.



Abb. 13a Endodontisch bedingte Läsion an einem Zahn 23 mit langem und breitem Stiftaufbau. Die Krone wurde entfernt, aber der gegossene Stiftaufbau ist gut integriert und seine Entfernung könnte die Wurzel schädigen.

b Intraoperatives Bild der resezierten Wurzel und der Wurzelkanalfüllung.

c Der verbliebene Kanalanteil wurde retrograd behandelt.

d Vollständige Heilung nach einem Jahr. Die Krone wurde anschließend erneuert.



Manche Zähne sind jedoch mit gegossenen Stiftaufbauten oder sehr langen und breiten Stiften versorgt, deren Entfernung Schäden verursachen könnte und riskant ist¹³. Mit dem chirurgischen Vorgehen werden die Komplikationen beim Entfernen des Stiftaufbaus vermieden, sodass es in solchen Fällen die konservativste Option bietet. Die Kronenrestauration kann unabhängig vom Stiftaufbau zu einem späteren Zeitpunkt erneuert werden (**Abb. 13**).

III. Misserfolg eines früheren chirurgischen Eingriffs

Einige Patienten sind bereits chirurgisch behandelt worden, zeigen aber immer noch Symptome. In diesem Fall muss die Ursache für den Misserfolg analysiert werden. Wenn die chirurgische Behandlung nicht vollständig oder mit einer alten Technik durchgeführt wurde, entspricht der Entscheidungsprozess demjenigen bei der konventionellen Revision. Wurde bei dem früheren chirurgischen Eingriff mit einer modernen Technik gearbeitet, hat der Zahnarzt zwischen dem Versuch einer chirurgischen Revision und der Extraktion des Zahns zu entscheiden. Eine konventionelle Wurzelkanalbehandlung kann erneut vorgenommen werden, wenn sie zuvor nicht adäquat durchgeführt wurde. Dasselbe gilt für die chirurgische Behandlung: Sie kann wiederholt werden, wenn sie nicht angemessen ausgeführt wurde.

A. Unvollständige chirurgische Behandlung

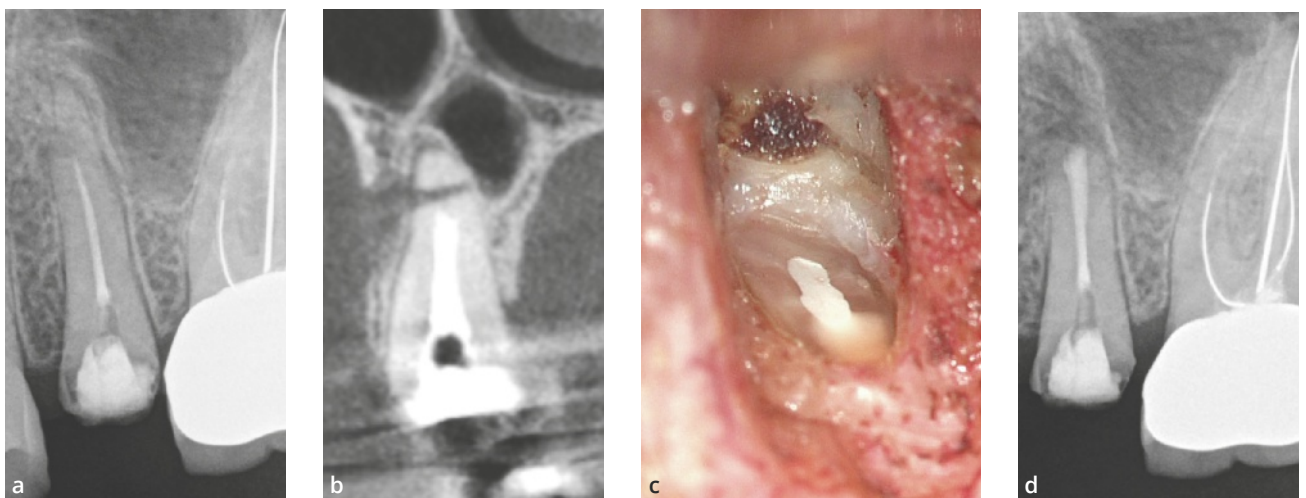
Die periapikale Chirurgie ist ein zuverlässiges, technisch beherrschbares Verfahren mit hoher Erfolgsrate, sofern sie nach einem strengen Protokoll durchgeführt wird. Wie die folgenden Kapitel jedoch zeigen werden, kann jeder unkontrolliert ausgeführte Arbeitsschritt zum Misserfolg führen. Im Fall einer unvollständigen chirurgischen Behandlung muss der Eingriff mit einer zeitgemäßen Technik wiederholt werden, wobei alle beim ersten Versuch möglicherweise begangenen Fehler zu vermeiden bzw. zu korrigieren sind (**Abb. 14**).

Abb. 14a Zahn 25, der bereits chirurgisch behandelt wurde.

b In der vestibulooralen Rekonstruktion zeigt das DVT eine unvollständige Wurzelspitzenresektion.

c Intraoperatives Bild der vollständig resezierten Wurzel und des gefüllten Wurzelkanals.

d Kontrollröntgenaufnahme nach der chirurgischen Revision.





B. Herkömmliche chirurgische Behandlung ohne Heilungserfolg

Klassische Wurzelspitzenresektionen, ausgeführt ohne optische Vergrößerung, verbunden mit einer retrograden Präparation mittels Rosenbohrer und einer retrograden Amalgamfüllung, erreichen Erfolgsraten von etwa 60 %¹⁴. Persistiert die Läsion nach einer solchen Behandlung, ist eine chirurgische Revision zu bevorzugen, da die Wurzelspitzenresektion und retrograde Füllung die Strukturen der Wurzelspitze zerstört haben und eine ideale orthograde Revision nicht mehr möglich ist. Es wurde gezeigt, dass die chirurgische Revision mit modernen Operationstechniken ebenso hohe Erfolgsraten ergab wie die primäre chirurgische Behandlung (Abb. 15)¹⁵.

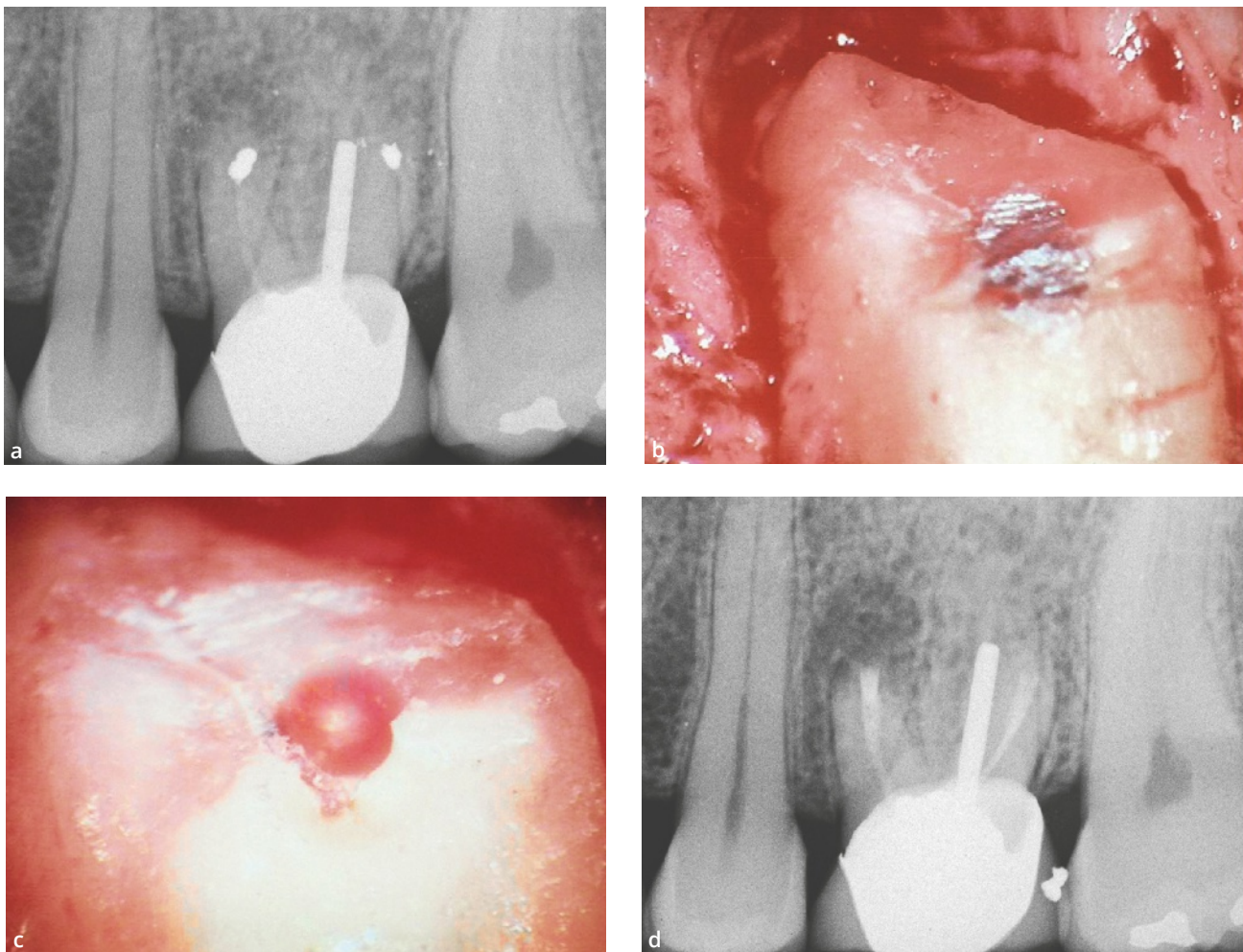


Abb. 15a Zahn 26 nach konventioneller chirurgischer Wurzelbehandlung mit einem Rosenbohrer und retrograder Amalgamfüllung.

b Klinisches Bild des Neoapex der mesiobukkalen Wurzel mit der alten Amalgamfüllung.

c Die alte Kavität ist nicht über dem Kanal zentriert und ermöglicht keinen dichten Verschluss.

d Im postoperativen Röntgenbild sind die langen Füllungen der bukkalen Kanäle zu erkennen.



C. Moderne chirurgische Behandlung ohne Heilungserfolg

Wurde die chirurgische Behandlung mit einer zeitgemäßen Technik durchgeführt, aber die Läsion persistiert und die Röntgenkontrolle lässt keinen Behandlungsfehler erkennen, muss der Zahn entweder extrahiert oder der Eingriff wiederholt werden. Im zweiten Fall wird ein weiteres Stück der Wurzel reseziert, wobei gegebenenfalls nicht aufbereitete Kanalanteile sichtbar werden. Die Präparationstiefe muss für eine vollständige Desinfektion des Kanals erhöht werden.

IV. Chirurgische Behandlung als alleinige Therapie: Retrograde Wurzelkanalbehandlung

Das chirurgische Vorgehen ermöglicht eine vollwertige Wurzelkanalbehandlung. Ziel ist die Heilung der periradikulären Läsion, und mit modernen Techniken ist die Behandlung des gesamten Kanals ohne jeden koronalen Zugang über den apikalen Ansatz möglich. In aller Regel ist das chirurgische Vorgehen bei bereits wurzelbehandelten Zähnen indiziert, aber es gibt auch Spezialfälle, in denen es als primäre Behandlungsoption infrage kommt. Die primäre retrograde Wurzelkanalbehandlung hat sich hier als ebenso erfolgreich erwiesen wie die retrograde Revision¹⁶.

A. Kalzifizierte Wurzelkanäle

In einem Teil der Fälle bleibt die Pulpa nach einem Trauma vital, verursacht jedoch eine Kalzifikation des Wurzelkanals. Die Häufigkeit einer solchen Obliteration nach Trauma wird in der Literatur mit 4 bis 24 % angegeben¹⁷. Aber nur in 7 bis 27 % dieser Fälle kommt es zur Nekrose und Entwicklung einer periradikulären Läsion. In der Regel schreitet die Kalzifizierung in koronoapikaler Richtung fort. Die konventionelle Behandlung eines kalzifizierten Wurzelkanals ist eine technische Herausforderung. Die Kanalöffnung befindet sich weit apikal und die Suche nach dem Kanal ist schwierig und mit dem Risiko einer Perforation verbunden. Nur durch Mikroinstrumentierung unter einem Mikroskop lässt sich die Kanalöffnung lokalisieren. Bei dieser Suche wird häufig eine erhebliche Menge Dentin im koronalen Wurzeldrittel entfernt, und selbst bei adäquater Behandlung bleibt der Zahn strukturell geschwächt und die Überlebensrate sinkt. Daher ist hier der chirurgische Ansatz die konservativste Lösung, denn der Zahn wird weder durch eine Zugangskaavität noch durch die Suche nach der Kanalöffnung geschwächt. Der apikale Anteil des Wurzelkanals, der den größten Durchmesser aufweist, ist gut zugänglich. Da der Kanal vollständig gereinigt, aufbereitet und gefüllt werden kann, ist die Erfolgsrate sehr hoch (Abb. 16). Zudem bleibt die mechanische Festigkeit des Zahns erhalten.

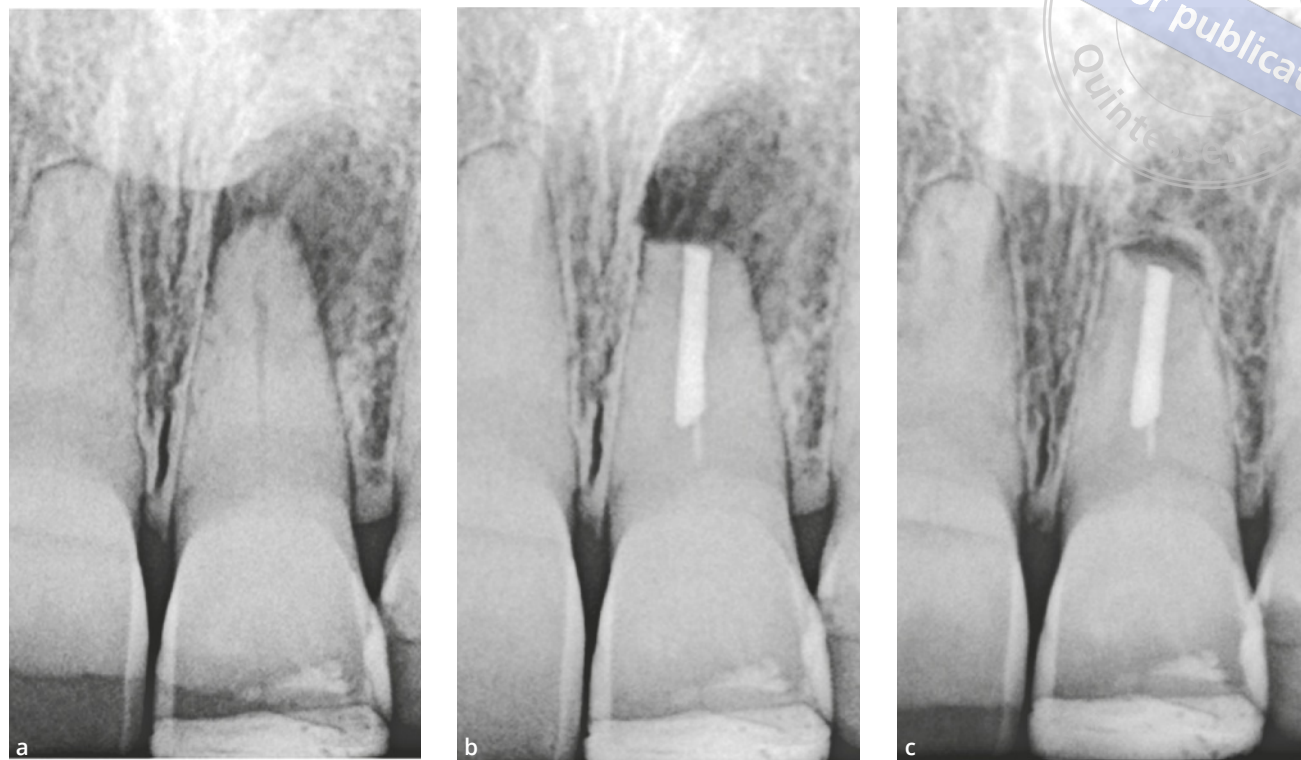


Abb. 16a Obliterierter Wurzelkanal und endodontisch bedingte periapikale Läsion nach Trauma an einem Zahn 22.

b Der Zahn wurde ausschließlich chirurgisch behandelt. Da keine Zugangskavität angelegt wurde, bleibt die ursprüngliche Festigkeit der Zahnkrone erhalten.

c Heilung nach einem Jahr.

B. Dens invaginatus

Der Dens invaginatus oder Dens in dente ist eine Anomalie, die durch partielle, unterschiedlich tiefe Einstülpung (Invagination) des Schmelzorgans während der Zahnentwicklung entsteht. Am häufigsten sind die oberen lateralen Schneidezähne betroffen. Normalerweise besteht keine direkte Verbindung mit der Pulpa.

Die Behandlung solcher Zähne ist immer anspruchsvoll. Eine präoperative Beurteilung und der Einsatz eines dreidimensionalen Bildgebungsverfahrens sind unabdingbar¹⁸. Die konventionelle Wurzelkanalbehandlung ist besonders kompliziert, in manchen Fällen sogar unmöglich. Der chirurgische Ansatz ist einfacher und ermöglicht einen optimalen Zugang über den Apex, womit das Dentin und der koronale Schmelz geschont werden ([Abb. 17](#)). Die Struktur und ursprüngliche mechanische Festigkeit des Zahns bleiben erhalten.

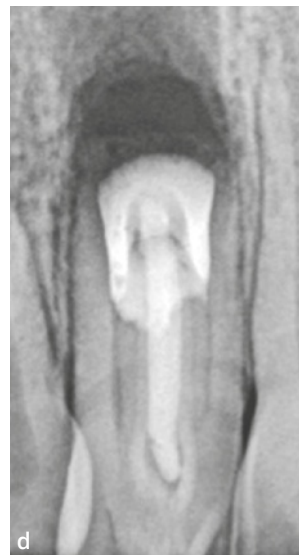
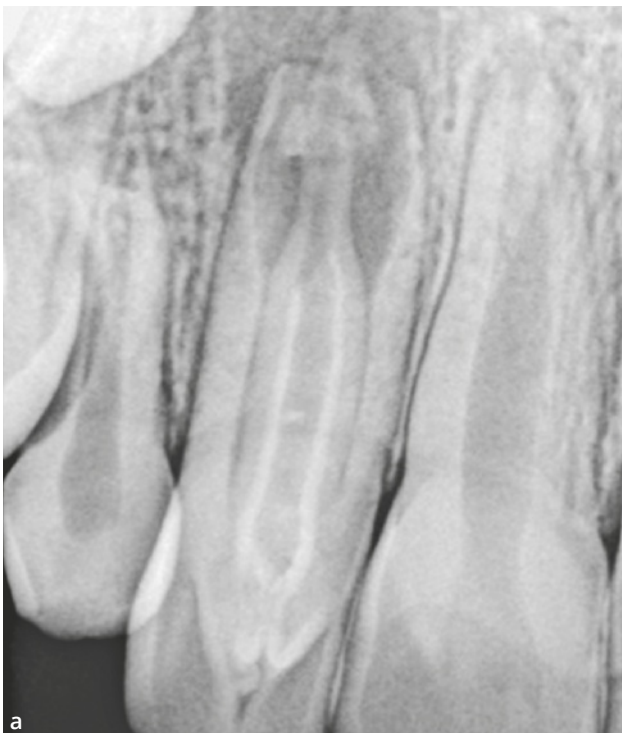
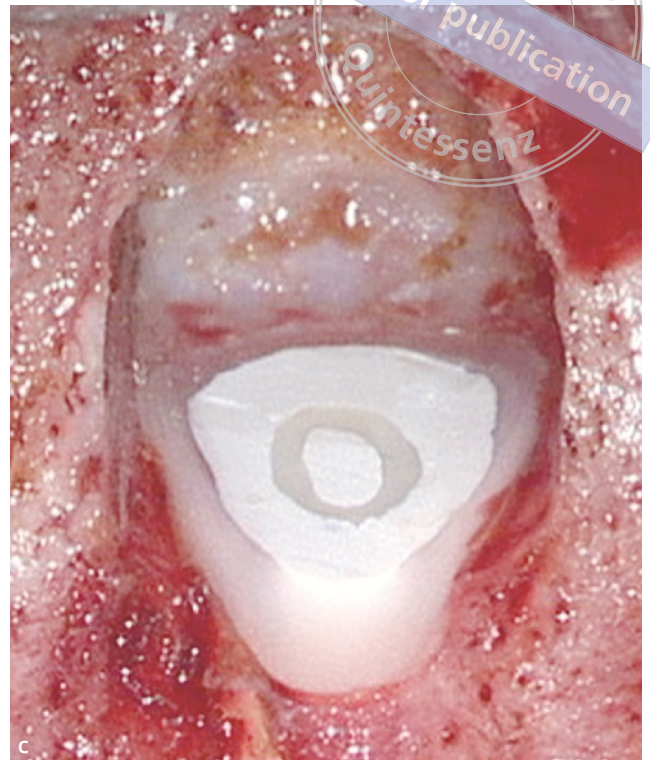
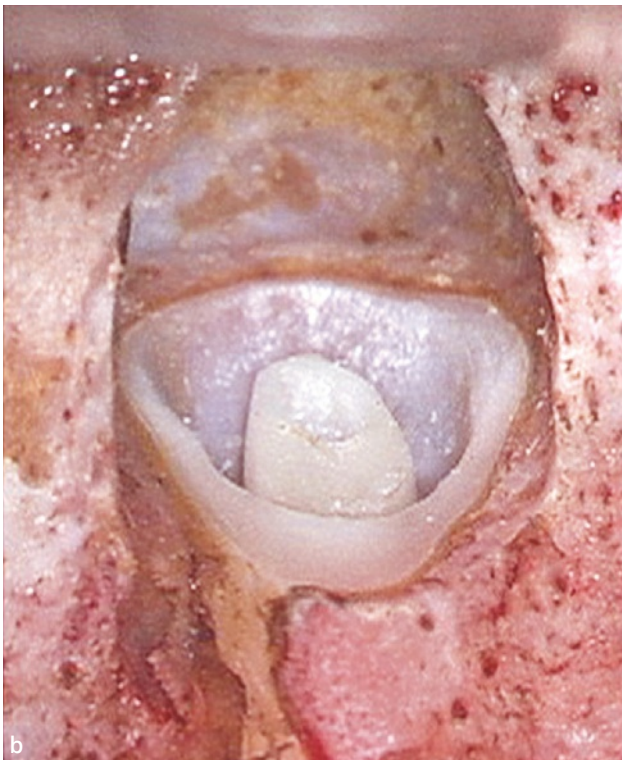


Abb. 17a Dens invaginatus und endodontisch bedingte Läsion an einem Zahn 12.

b Präparation des interradiikulären und des intraradiikulären Raums.

c Retrograde Füllung der präparierten Bereiche.

d Röntgenkontrolle der Präparation und Füllung.

e Vollständige Heilung nach einem Jahr.



C. Unreife Zähne

Unreife Zähne mit Pulpanekrose und periradikulären Läsionen können auf verschiedene Weise behandelt werden. Bei sehr unreifen Zähnen mit kaum entwickelten Wurzeln und sehr dünnen Wurzelwänden bildet die Revaskularisation die Behandlung der Wahl. Wenn die Wurzeln dagegen ihre definitive Länge fast erreicht haben und die Wurzelwände ausreichend dick sind, kommt als übliche Lösung die Apexifikation infrage¹⁹.

Die Revaskularisation nekrotischer unreifer Zähne hat das doppelte Ziel, eine Heilung der endodontisch bedingten Läsion herbeizuführen und vitales Gewebe im Kanal zu regenerieren, um eine Verdickung der Kanalwände und einen apikalen

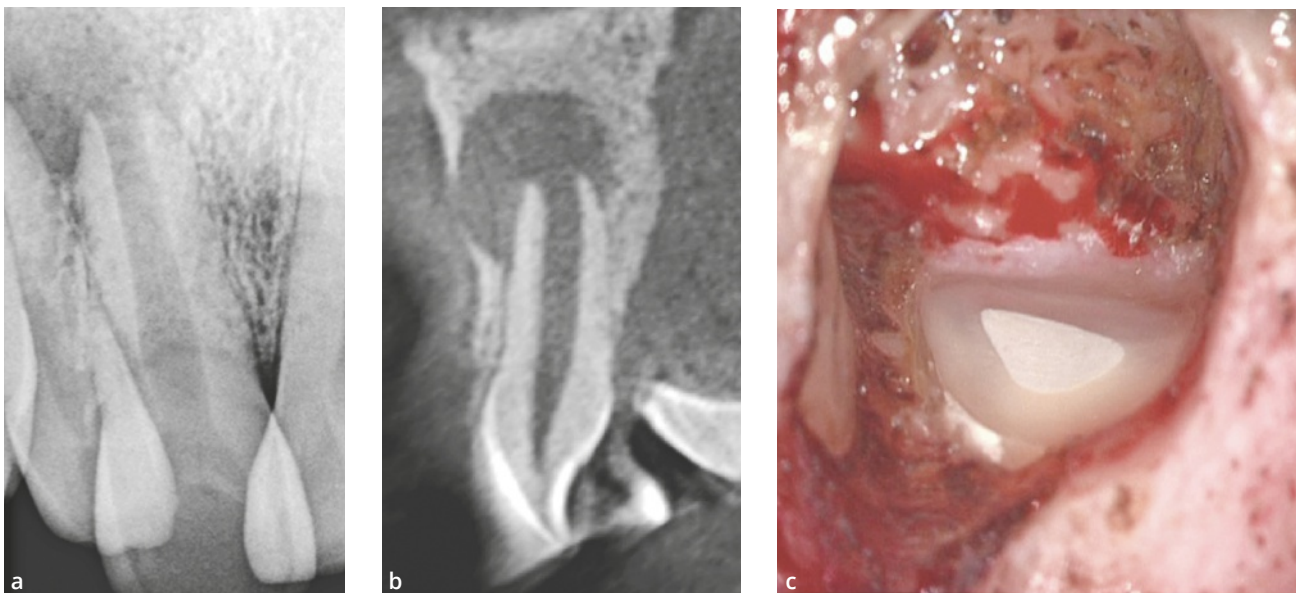


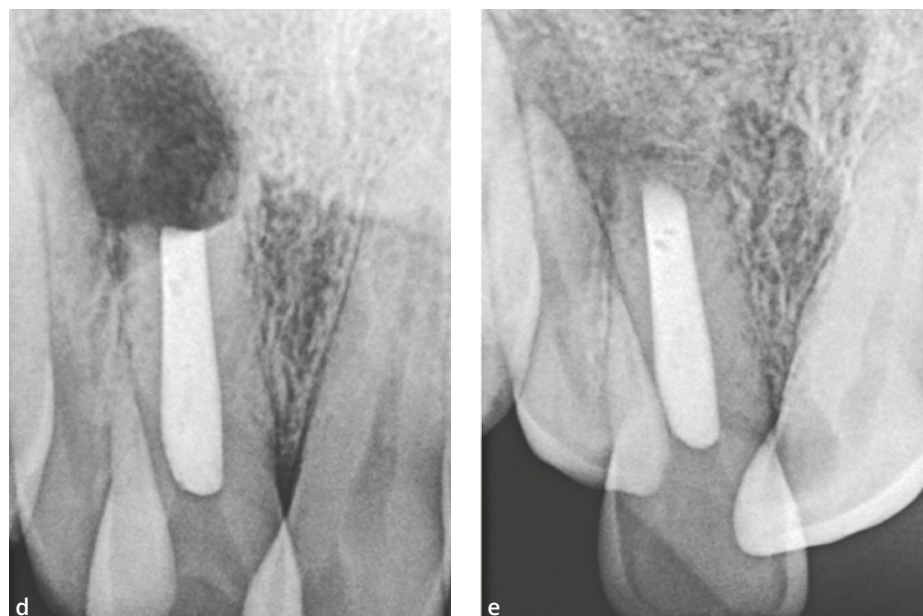
Abb. 18a Endodontisch bedingte Läsion nach Trauma eines unreifen Zahns 11 mit intakter klinischer Krone.

b Vestibuloradikaler DVT-Schnitt zur Bewertung der Länge und Dicke der Wurzelkanalwände.

c Intraoperatives Bild der resezierten Wurzel und Wurzelkanalfüllung.

d Postoperative Röntgenkontrolle.

e Vollständige Heilung der Läsion nach einem Jahr.





Verschluss zu erreichen. Die Zuverlässigkeit dieser Technik im Hinblick auf das zweitgenannte Ziel wird in der aktuellen Literatur allerdings unterschiedlich bewertet²⁰. Kommt es zu einer Verdickung der Wurzelwände, geschieht dies häufig apikal des im Kanal platzierten MTA-Zements (Mineral Trioxid Aggregat).

Das MTA wird meist auf Höhe des Zahnhalses platziert, manchmal auch weiter apikal. Daher verdicken in der Regel nicht die Wurzelwände im Zervikalbereich, in dem der Zahn jedoch besonders verstärkt werden müsste, um weniger fraktur anfällig zu sein. Die Apexifikation führt zu guten Erfolgsraten, aber die Zähne zeigen sich mittelfristig fraktur anfällig mit einer hohen Frakturnrate nach 4 Jahren²¹. Wenn nekrotische unreife Zähne mindestens zwei Drittel ihrer endgültigen Länge erreicht haben, kommt eine chirurgische Behandlung in Betracht. Vorteil dieser Option ist, dass der Zugang zum Kanal über die breiteste Öffnung erfolgt, keine Zugangskavität präpariert werden muss und die Krone unversehrt bleibt. Weil die Zugangskavität fehlt, ergibt sich zudem ein optimaler koronaler Verschluss (**Abb. 18**).

Zusammenfassung

Die apikale Chirurgie ist indiziert, wenn eine periradikuläre Läsion nach der Wurzelkanalbehandlung persistiert, und zwar *nach einer adäquaten Behandlung* aus folgenden Gründen:

- anatomische Hindernisse einer adäquaten Instrumentierung,
- extraradikuläre Infektion,
- echte Zyste.

Nach einer inadäquaten Wurzelkanalbehandlung kommen folgende Gründe infrage:

- orthograde Revision nicht möglich,
- Stufe, Instrumentenfraktur apikal einer Kurvatur, Perforation,
- vorhandene prothetische Rekonstruktion,
- vorhandener Stiftaufbau.

Die apikale Chirurgie kann zudem nach dem Misserfolg eines früheren apikalchirurgischen Eingriffs indiziert sein, der mit einer herkömmlichen Technik durchgeführt wurde.

Schließlich kommt dieser chirurgische Ansatz als primäre Therapie anstelle einer konventionellen Wurzelkanalbehandlung bei kalzifizierten Wurzelkanälen, einem Dens invaginatus oder an einem unreifen Zahn in Betracht.

Literatur

1. Ørstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J* 1996;29:150–155.
2. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:218–221.
3. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of Oval-shaped Root Canals in Mandibular Molars Using Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Micro-computed Tomography Study. *J Endod* 2010;36(4):703–707.
4. Carr GB, Schwartz RS, Schaudinn C, Gorur A, Costerton JW. Ultrastructural Examination of Failed Molar Retreatment with Secondary Apical Periodontitis: An Examination of Endodontic Biofilms in an Endodontic Retreatment Failure. *J Endod* 2009;35(9):1303–1309.
5. Ricucci D, Martorano M, Bate AL, Pascon EA. Calculus-like deposit on the apical external root surface of teeth with post-treatment apical periodontitis: report of two cases. *Int Endod J* 2005;38:262–271.
6. Ricucci D, Siqueira Jr, JF, Lopes WSP, Vieira AR, Roças IN. Extraradicular Infection as the Cause of Persistent Symptoms: A Case Series. *J Endod* 2015;41(2):265–273.
7. Nair PNR, Pajarola G, Schroeder HE, DMD. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81(1):93–102.
8. Gorni FGM, Gagliani MM. The Outcome of Endodontic Retreatment: A 2-yr Follow-up. *J Endod* 2004;30(1):1–4.
9. Siew K, Lee AH, Cheung GS. Treatment outcome of repaired root perforation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2015;41:1795–1804.
10. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment, *J Endod* 2005;31:845.
11. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod* 2007;33:1155.
12. Stamos DE, Gutmann JL. Survey of endodontic retreatment methods used to remove intraradicular posts, *J Endod* 1993;19:36.
13. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review, *J Endod* 2004;30:289.
14. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature- Part 1: Comparison of Traditional Root-end Surgery and Endodontic Microsurgery. *J Endod* 36(11):175–165.
15. Song M, Shin SJ, Kim E. Outcomes of Endodontic Micro-resurgery: A Prospective Clinical Study. *J Endod* 2011;37(3):316–320.
16. Jonasson P, Lennholm C, Kvist T. Retrograde root canal treatment: a prospective case series. *Int Endod J* 2017;50(6):515–521.
17. McCabe PS, Dummer PM. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *Int Endod J* 2012;45:177–197.
18. Zhu J, Wang X, Fang Y, Von den Hoff JW, Meng L. An update on the diagnosis and treatment of dens invaginatus. *Aust Dent J* 2017;62(3):261–275.
19. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod J* 2018;51(12):1367–1388.
20. Nagata JY, Gomes BP, Rocha Lima TF, et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *J Endod* 2014;40:606–612.
21. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8(2):45–55.

Ausführliches Inhaltsverzeichnis



Kapitel 1 Indikationen 1

I. Persistierende Läsion nach zufriedenstellender Wurzelkanalbehandlung oder Revision 2

- A. Grenzen der konventionellen endodontischen Behandlung 3
- B. Extraradikuläre Infektion 4
- C. Zystische Läsionen 5

II. Persistierende Läsion nach nicht zufriedenstellender Wurzelkanalbehandlung oder Revision 6

- A. Revision nicht möglich 7
- B. Unsichere Prognose der Revision nach operativen Fehlern 7
 - 1. Perforationen 7
 - 2. Instrumentenfraktur 7
 - 3. Stufenbildung 8
- C. Eingeschränkter Zugang zum Wurzelkanal 9
 - 1. Prothetische Rekonstruktionen 9
 - 2. Rekonstruktionen mit Stiftaufbau 10

III. Misserfolg eines früheren chirurgischen Eingriffs 13

- A. Unvollständige chirurgische Behandlung 13
- B. Herkömmliche chirurgische Behandlung ohne Heilungserfolg 14
- C. Moderne chirurgische Behandlung ohne Heilungserfolg 15

IV. Chirurgische Behandlung als alleinige Therapie: Retrograde Wurzelkanalbehandlung 15

- A. Kalzifizierte Wurzelkanäle 15
- B. Dens invaginatus 16
- C. Unreife Zähne 18

Kapitel 2 Kontraindikationen 21

I. Medizinische Kontraindikationen 22

- A. Kontraindikationen aufgrund eines Infektionsrisikos 22
 - 1. Patienten mit Endokarditisrisiko 22
 - 2. Immunsupprimierte Patienten 22
 - HIV-infizierte Patienten 23
 - Patienten mit Diabetes 23
 - Patienten unter TNF- α -Inhibitor-Therapie 23
- B. Kontraindikationen aufgrund eines Blutungsrisikos 24
 - 1. Absolute Kontraindikationen 24

- 2. Relative Kontraindikationen 24
 - Thrombozytenaggregationshemmer (TAH) 24
 - Vitamin-K-Antagonisten (VKA) 25
 - Direkte orale Antikoagulanzen (DOAK) 25

C. Kontraindikationen aufgrund des Risikos einer Kieferosteonekrose 25

- 1. Risiko einer strahlungsbedingten Kieferosteonekrose 25
- 2. Risiko einer medikamentös bedingten Kieferosteonekrose 26
 - Patienten, die im Rahmen einer Krebstherapie intravenöse Bisphosphonate oder antiangiogene Medikamente erhalten 26
 - Patienten, die seit mehr als 4 Jahren orale Bisphosphonate zur Osteoporosebehandlung einnehmen 26
 - Patienten, die seit weniger als 4 Jahren orale Bisphosphonate in Kombination mit Kortikosteroiden oder antiangiogenen Medikamenten zur Osteoporosebehandlung einnehmen 26
 - Patienten, die seit weniger als 4 Jahren orale Bisphosphonate zur Osteoporosebehandlung einnehmen und bei denen keine weiteren Risikofaktoren vorliegen ... 26

D. Kontraindikationen aufgrund eines kardiovaskulären Risikos 27

II. Lokale Kontraindikationen 27

- A. Anatomische Kontraindikationen 27
 - 1. Dicke und Anatomie des Knochens 27
 - 2. Kieferhöhle 29
 - 4. Nähe zum Canalis mandibulae 31
 - 5. Palatinale Wurzel der oberen zweiten Molaren 31
 - 6. Schlechte Zugänglichkeit der distalen Bereiche 32
- B. Parodontale Kontraindikationen 32

Kapitel 3 Präoperative Diagnostik, Medikation, Aufklärung und Einwilligung sowie postoperative Anweisungen 35

I. Präoperative Diagnostik 36

- A. Patientengespräch 36
- B. Klinische und radiologische Untersuchung 38
- C. Dreidimensionale Röntgenuntersuchung 39
 - 1. DVT als diagnostisches Hilfsmittel 40
 - 2. DVT als Entscheidungshilfe 41
 - Nähe zum Foramen mentale 41
 - Palatinale Wurzel oberer erster Molaren 42
 - Oberer erster Prämolare 43

Unterer zweiter Molar	45
Durchgehende Läsion	45
II. Medikation in der apikalen Chirurgie.....	47
A. Analgetika	47
1. Acetaminophen.....	47
2. NSAP.....	47
3. Opioidanalgetika	47
B. Antiphlogistika.....	48
1. NSAP.....	48
2. Kortikosteroide	48
C. Antibiotika	48
1. Antibiotikaprophylaxe.....	49
Allgemeingesunde Patienten.....	49
Patienten mit Gelenkprothesen	49
2. Perioperative Antibiotika	49
HIV-infizierte Patienten	50
Patienten mit Diabetes	50
Patienten unter TNF-Blockern	50
Immunsupprimierte Patienten.....	50
D. Kühlung	50
E. Elektive sedative Prämedikation	51
F. Beispielmedikationen.....	51
1. Einfache Operation, gesunder Patient	51
2. Schwierige Operation, gesunder Patient.....	51
3. Schwierige Operation, ängstlicher Patient mit Infektionsrisiko.....	51
III. Aufklärung, Einwilligung und postoperative Anweisungen.....	52
A. Aufklärung und Einwilligung	52
Aufklärung und Einwilligung.....	52
B. Postoperative Anweisungen	53
Postoperative Anweisungen	53

Kapitel 4 Vergrößerungshilfen und Instrumentarium.....

I. Vergrößerungshilfen	58
A. Lupen	59
1. Vorteile	59
2. Nachteile	59
3. Lupenarten	60
Galilei-Lupen.....	60
Kepler-Lupen.....	60
B. Operationsmikroskop.....	61
1. Beschreibung des Mikroskops (Abb. 13).....	63
Objektiv	63
Vergrößerungslinsen	64
Okular.....	64
Beleuchtung	65
Aufhängung.....	66
2. Wahl der Vergrößerung.....	67

Inzisionen	67
Wurzelspitzenresektion und Kürettage.....	67
Kanalpräparation	67
Retrograde Füllung.....	68
Nähte	68

II. Instrumentarium und Materialien.....	69
A. Inzision, Mobilisation und Retraktion des Lappens.....	70
B. Osteotomie, Wurzelspitzenresektion, Kürettage, Biopsie	71
C. Apikale Präparation und Trocknung.....	73
D. Retrograde Wurzelfüllung	75
Füllungsmaterial.....	75
Instrumente für die retrograde Wurzelfüllung	75
E. Lappenreposition und Naht.....	76

Kapitel 5 Ergonomie und Arbeitsposition ...

I. Arbeitsumgebung	80
A. Operationszimmer.....	80
B. Vorbereitung des Patienten, des Behandlers und der Assistenz.....	80
C. Eingriffsvorbereitung.....	81
II. Position des Operateurs.....	81
A. Muskuloskeletale Beschwerden	81
B. Ergonomische Arbeitshaltung.....	81
1. Arbeitsstühle.....	82
2. Vergrößerungshilfen	82
III. Position des Patienten und des Operations- mikroskops	83
A. Position des Patienten.....	83
1. Axial.....	83
2. Lateral	84
B. Position des Mikroskops	86
1. Vor- und Zurückneigen.....	86
2. Laterale Neigung	87

IV. Vierhändiges Arbeiten in der apikalen Mikrochirurgie.....	88
A. Position des Operateurs und der Assistenz.....	88
B. Aufgaben der vier Hände.....	89
1. Arbeitsinstrumente	89
2. Absaugung.....	89
3. Hauptretraktor	89
4. Zweitretraktor.....	89
C. Weichgeweberetraktion	89
D. Positionen der vier Hände nach Kieferabschnitt	90
1. Oberkiefer-Frontzahnbereich	90
2. Linker Oberkiefer-Seitenzahnbereich	90
3. Unterkiefer-Frontzahnbereich	90
4. Linker Unterkiefer-Seitenzahnbereich	91
5. Rechter Oberkiefer-Seitenzahnbereich	92
6. Rechter Unterkiefer-Seitenzahnbereich.....	92

Kapitel 6 Anästhesie 95

I. Instrumente	96
A. Spritze	96
B. Injektionsnadel	96
C. Anästhesielösung	97
1. Aktiver Wirkstoff.....	97
Lidocain	97
Mepivacain.....	97
Articain	97
2. Vasokonstriktor.....	98
Wahl des Vasokonstriktors und seiner	
Konzentration.....	98
Kontraindikationen	99
II. Anästhesieprotokoll	99
A. Injektionstechnik	99
B. Anästhesie in verschiedenen Regionen	100
1. Obere Schneide- und Eckzähne.....	100
2. Obere Prämolaren	102
3. Obere Molaren, bukkaler Zugang	102
4. Palatinale Wurzel des oberen ersten Molaren,	
palatinaler Zugang	103
5. Untere Schneide- und Eckzähne	104
6. Untere Prämolaren.....	104
7. Unterkiefermolaren.....	105

Kapitel 7 Weichgewebeanatomie und Lappendesign 109

I. Weichgewebeanatomie	110
A. Gingiva.....	110
1. Freie Gingiva	111
2. Befestigte Gingiva	112
3. Interdentalspapille.....	112
B. Alveolarmukosa	112
C. Blutversorgung	112
D. Gingivaler Biotyp	114
1. Dünner, girlandenförmiger Biotyp.....	114
2. Dicker, flacher Biotyp	114
II. Schnittführung	115
A. Inzisionstechnik.....	115
1. Vertikale Inzision	117
Position der vertikalen Inzision.....	118
Neigung der vertikalen Inzision	119
Übergangswinkel	119
2. Horizontale Inzision	120
Intrasulkuläre Inzision	120
Submarginale Inzision.....	122
Entscheidungskriterien bei der Wahl des	
horizontalen Inzisionstyps	123
Papillenbasisinzision	124

III. Lappenformen 125

A. Dreieckslappen	125
B. Trapez- oder Rechtecklappen	126

IV. Lappendesign 127

A. Oberkiefer	127
1. Schneidezähne	127
Dreieckslappen mit Entlastungsinzision im	
Frenulum	127
Einzelzahn-Trapezlappen mit sulkulärer Inzision ..	128
Einzelzahn-Trapezlappen mit submarginaler Inzision.....	129
2. Eckzähne, Prämolaren und Molaren	130
Dreieckslappen mit intrasulkulärer Inzision.....	130
Einzelzahn-Trapezlappen	131
3. Palatinaler Zugang zur palatinalen Wurzel des	
oberen ersten Molaren.....	131
B. Unterkiefer	132
1. Schneidezähne	132
2. Eckzähne und erste Prämolaren	133
3. Zweite Prämolaren und Molaren.....	134

Kapitel 8 Aufklappung und Naht 139

I. Mobilisierung und Retraktion des Lappens 140

A. Mobilisierung.....	140
1. Lappen mit intrasulkulärer Schnittführung	140
2. Lappen mit submarginaler Schnittführung.....	142
B. Retraktion	142

II. Nahtverschluss 144

A. Nahtmaterial	145
1. Nadeln.....	145
Nadelspitze	145
Nadelkörper	145
Kurvatur.....	146
Länge.....	146
2. Nahtmaterial	146
Herkunft.....	147
Resorbierbarkeit	147
Physische Struktur	148
Fadenstärke	148
B. Nahttechnik	149
1. Nadelführung	149
2. Knoten.....	150
C. Nahttypen	151
1. Einzelknopfnah	151
2. Einfache fortlaufende Naht.....	152
3. Umschlingungsnah	153
4. Dreifache Umschlingungsnah	153
5. Fortlaufende Umschlingungsnah.....	155
6. Interne vertikale Matratzennaht	156
7. Dreifache interne vertikale Matratzennaht mit	
Umschlingung.....	156

Kapitel 9 Osteotomie, Resektion, Kürettage und Blutstillung 161

I. Osteotomie	162
A. Osteotomie mit rotierenden Instrumenten	162
1. Spülung	162
2. Rotierende Instrumente	163
B. Osteotomie mit Ultraschallinstrumenten	164
C. Lokalisieren der Wurzelspitze	165
D. Größe der Osteotomie	167
II. Wurzelspitzenresektion	169
A. Ziele	169
B. Technik	170
C. Abschrägungswinkel	171
D. Inspektion des Neoapex	173
III. Kürettage	175
IV. Blutstillung	176
A. Wattepellet mit Adrenalin	176
B. Eisensulfat	176
V. Kautelen für einzelne Kieferbereiche	177
A. Obere Frontzähne	177
B. Obere Prämolaren	178
C. Obere Molaren	179
D. Untere Frontzähne	179
E. Untere Prämolaren	180
F. Untere Molaren	181
VI. Biopsie	181

Kapitel 10 Retrograde Wurzelkanalpräparation..... 183

I. Ziele der retrograden Wurzelkanalpräparation ..	184
A. Dekontamination	184
B. Korrektur von Fehlern der Erstbehandlung	184
C. Behandlung komplexer Kanalstrukturen	186
1. Seitenkanäle	186
2. Isthmen	186
3. C-förmige Kanäle	188
II. Ultraschall	189
A. Ultraschallantriebe	190
B. Ultraschallspitzen	191
III. Präparationstechnik	194
A. Grundprinzipien	194
B. Spezielle Präparationen	194
1. Isthmen und c-förmige Kanäle	194
2. Präparation um einen Wurzelkanalstift	195
C. Tiefe Präparationen	196
D. Spülung	197

Kapitel 11 Retrograde Füllung 201

I. Materialien für die retrograde Wurzelfüllung ..	202
A. Verstärkte Zinkoxid-Eugenol-Zemente	203
1. Super EBA	203
2. IRM	203
B. Biokeramische Materialien	203
1. MTA	203
2. Biodentine	204
3. TotalFill	204
II. Vorgehen	205
A. Trocknen des Kanals	205
1. Papierspitzen	205
2. Stropko-Irrigator-Adapter	205
B. Füllung	206
1. Super EBA, IRM, TotalFill	209
2. MTA	212
MTA-Block und Spatel nach Lee	212
MAP-System	213

Kapitel 12 Therapieerfolg, regenerative Maßnahmen und Komplikationen 217

I. Therapieerfolg	218
A. Vergleich der modernen mit der konventionellen Technik	218
B. Apikalchirurgische Revision	219
C. Retrograde Wurzelkanalbehandlung als Primärtherapie	220
D. Einflussfaktoren der Prognose	220
1. Optische Vergrößerungshilfen	220
2. Klassifikation periradikulärer Läsionen	220
3. Größe der periradikulären Läsion	222
4. Apikale Dentindefekte	223
II. Regenerative Maßnahmen	225
A. Knochentransplantate	227
1. Autogene Transplantate	227
2. Allogene Transplantate	227
3. Xenogene Transplantate	227
4. Alloplastische Materialien	228
B. Membranen	228
1. Nicht resorbierbare Membranen	228
2. Resorbierbare Membranen	228
Polymermembranen	228
Kollagenmembranen	228
C. Indikationen in der apikalen Chirurgie	229
1. Große Läsionen	231
2. Apikomarginale Defekte und Höhe der vestibulären Knochenwand	233
3. Horizontal tunnelierende Läsionen	233

III. Postoperative Nachsorge	236
A. Schmerz.....	236
B. Ödem	236
C. Blutung.....	236
D. Verhaltensregeln	236
IV. Komplikationen	237
A. Superinfektion	237
B. Wunddehiszenz.....	237
C. Blutung.....	238
D. Hämatom	238
E. Parästhesie.....	238





Übersicht der Abbildungen mit Augmented Reality

Kapitel 3

Abbildung 6	39
-------------------	----

Kapitel 4

Abbildung 10	62
--------------------	----

Kapitel 7

Abbildung 10 und Abbildung 11	116
Abbildung 16	121

Kapitel 8

Abbildung 2	140
Abbildung 3 b	141
Abbildung 30 b	157

Kapitel 9

Abbildung 24	176
--------------------	-----

Kapitel 10

Abbildung 9	191
Abbildung 19 a	193

Kapitel 11

Abbildung 13	209
Abbildung 16 a	210



Die apikale Chirurgie, früher als einfache Wurzelspitzenresektion oft nur Ultima Ratio, hat sich zu einem modernen Therapieverfahren mit sehr hoher Erfolgsrate entwickelt, das nicht nur nach endodontischem Misserfolg, sondern bei schlechtem koronalen Zugang auch als Primärtherapie im Sinne einer vollwertigen retrograden Wurzelkanalbehandlung infrage kommt.

Die Autoren liefern mit diesem Buch ein praxistaugliches Konzept, das sich ohne größeren Aufwand zum großen Vorteil der Patienten integrieren lässt. Klar gegliedert werden die wichtigen Fragen der Indikationen und Kontraindikationen, die OP-Vorbereitung, das Instrumentarium und ergonomische Arbeiten unter optischer Vergrößerung sowie die chirurgischen Schritte von der Anästhesie über die Aufklappung, Osteotomie und apikale Ultraschallpräparation bis zur retrograden Füllung mit modernen Biokeramiken diskutiert und erläutert. Ein Kapitel zum adjuvanten Einsatz von GTR-Techniken und zur postoperativen Nachsorge schließt die sehr umfassend bebilderte Darstellung ab.

ISBN 978-3-86867-505-4



9 783868 675054

www.quintessenz.de