

D i p l o m a r b e i t

Prognose endodontischer Therapie

eingereicht von

Andreas Jeglitsch

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnmedizin

Dr. med. dent.

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Department für Zahnärztliche Chirurgie und Röntgenologie

der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

unter der Anleitung von

Univ. Doz. Dr. Christof Pertl
a.o. Univ. Prof. Dr. Norbert Jakse
Dr. Robert Kirmeier
DI Mischak

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die, den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

Unterschrift

I. Danksagungen

Zu Beginn möchte ich mich bei Univ.-Doz. Dr. Christof Pertl für die Bereitstellung des interessanten Themas bedanken, sowie für die Möglichkeit, meine Diplomarbeit mit seiner Hilfe und unter seiner Aufsicht außerhalb des klinischen Betriebes in der Praxisgemeinschaft für Zahnheilkunde Dobida-Pertl schreiben zu dürfen. Dies beinhaltet sowohl die zur Verfügungstellung sämtlicher PatientInnen-daten, Publikationen und Fachliteratur, sowie die Nutzung aller Räumlichkeiten und Programme zur Erhebung der Daten.

Im Zuge dessen möchte ich mich auch beim gesamten Praxisteam für die freundliche Integration in den Ordinationsbetrieb bedanken.

Großer Dank gilt auch Herrn Univ.-Prof. Dr.Dr. Norbert Jakse, der als Zweitbetreuer an meiner Diplomarbeit beteiligt war.

Eine weitere sehr große Hilfe bei der Gestaltung meiner Arbeit war Herr OA. Dr. Robert Kirmeier, durch die zur Verfügungstellung seines Studienprotokolls einer ähnlich angelegten Studie, sowie die Unterstützung bei theoretischen Fragen.

Für die Auswertung der erhobenen Daten und die Erstellung der datenbezogenen Graphiken möchte ich mich recht herzlich bei Frau DI Irene Mischak bedanken.

Letztlich gilt mein Dank meiner Freundin Bärbel Grabuschnig, dir mir sowohl beim Gestalten meiner Diplomarbeit, als auch beim Erstellen der Excel-Tabellen eine sehr große Unterstützung war.

II. Einleitung

Die vorgelegte Studie zeigt die Ergebnisse chirurgischer Endodontie in einer Privatordination, von einem als Spezialisten zu bezeichnenden Zahnarzt.

Die wissenschaftliche Fragestellung hat heute besondere Relevanz, da im Gebiet der zahnärztlichen Implantologie im letzten Jahrzehnt große Fortschritte erlangt wurden und deshalb der Zahnerhalt mit endodontischen Maßnahmen immer wieder in Frage gestellt wird. Die Untersuchung dokumentiert das gesamte PatientInnenutgut über einen Zeitraum von 4 Jahren und 5 Monaten, welches systematisch nachuntersucht und die Ergebnisse ausgewertet wurden. Dabei wurden sowohl klinische als auch radiologische Parameter evaluiert.

Wurzelkanalbehandlungen sind, wenn sie nach vitaler Pulpenextirpation durchgeführt werden, laut Literaturangaben, in etwa 90 - 95%¹ langfristig, nach klinischen und radiologischen Kriterien erfolgreich. Wenn die Behandlung bei Zähnen mit nekrotischer Pulpa stattfindet sinkt die Prognose auf etwa 82 - 85%². Mit Wurzelspitzenresektionen und retrograden Wurzelkanalfüllungen können periapikale Entzündungsherde unter Einsatz von Ultraschallreinigung unter einem OP-Mikroskop in etwa 82 - 92%³, laut Torabinejad sogar in 95%² zur Ausheilung gelangen. Diese Literaturangaben zeigen also recht gute Erfolgsaussichten, trotzdem werden endodontische Maßnahmen wegen der vielfältigen Möglichkeiten implantologischer Therapie skeptisch beurteilt.

¹ Rubinstein RA and Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod 2002;28:378-383

²Torabinejad et al. 2007 Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partials dentures, and extraction without replacement: A systemic review: The Journal of prosthetic dentistry

³ Rud et al 2001; Rubinstein & Kim 2002; Vallencillo et al. 2002; Maddalone et al. 2003 ; Taschieri et al. 2006

III. Inhaltsverzeichnis

I.	DANKSAGUNGEN	2
II.	EINLEITUNG	3
III.	INHALTSVERZEICHNIS	4
1	GRUNDLAGEN UND THERAPIEKONZEPTE.....	5
1.1	ENDODONTIE	5
	<i>Endodont</i>	5
	<i>Wurzelkanalanatomie.....</i>	6
1.2	PULPITIS UND APIKALE PARODONTITIS.....	9
	<i>Ätiologie der Pulpitis.....</i>	9
	<i>Einteilung der Pulpaerkrankungen.....</i>	9
	<i>Ätiologie der apikalen Parodontitis.....</i>	11
	<i>Radikuläre Zyste.....</i>	13
	<i>Klinik und Therapie.....</i>	15
	<i>Diagnose.....</i>	16
1.3	THERAPIEKONZEPTE	18
	<i>Wurzelbehandlung nach Vitalexirpation.....</i>	18
	<i>Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose</i>	18
	<i>Wurzelbehandlung nach Revision.....</i>	19
	<i>WB nach Revision und Stiftentfernung</i>	19
	<i>WSR retrograd.....</i>	20
	<i>WSR orthograd.....</i>	20
	<i>Hemisektion und Wurzelamputation.....</i>	21
	<i>Extraorale WSR.....</i>	22
	<i>Extraktion</i>	22
1.4	WB ANFORDERUNG UND TECHNIK.....	22
	<i>Anatomie.....</i>	24
	<i>Kavitätenpräparation und Wurzelkanalaufbereitung.....</i>	25
	<i>Längenbestimmung.....</i>	30
1.5	WSR ANFORDERUNG UND TECHNIK.....	32
	<i>Indikation</i>	33
	<i>Präoperative Diagnostik.....</i>	33
	<i>Kontraindikation.....</i>	33
	<i>Schnittführung</i>	34
	<i>Lappenpräparation.....</i>	42
	<i>Darstellung der Wurzelspitze</i>	43
	<i>Hämostase</i>	44
	<i>Ultraschall Aufbereitungstechnik.....</i>	46
	<i>Mikroskop und orale Mikrochirurgie.....</i>	46
	<i>Füllungsmaterialien</i>	48
2	MATERIAL UND METHODE.....	51
2.1	BEHANDLUNGSTECHNIK	51
	<i>Wurzelkanalbehandlung.....</i>	51
	<i>Wurzelspitzenresektion</i>	52
2.2	PATIENTINNENGUT	53
2.3	UNTERSUCHUNGSMETHODIK	54
3	ERGEBNISSE	57
4	DISKUSSION	64
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	66
6	SUMMARY.....	67
IV.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	68
V.	TABELLENVERZEICHNIS	70
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	71

1 Grundlagen und Therapiekonzepte

1.1 Endodontie

Endodont

Unter Endodont (endodontium = „das sich im Zahn Befindende“) versteht man den Pulpa-Dentin Komplex. Hierbei bilden die Pulpa (eine Ansammlung von stark vaskularisiertem, spezialisiertem Bindegewebe), und die Odontoblasten (die wichtigste funktionelle Komponente des Dentins), eine entwicklungsgeschichtliche und funktionelle Einheit. Diese ist sowohl für die Vitalität als auch für die Reaktion des Zahnes verantwortlich.

Die Pulpa wird allseitig von Zahnhartgewebe umschlossen (Pulpenkammer = cavum dentis).

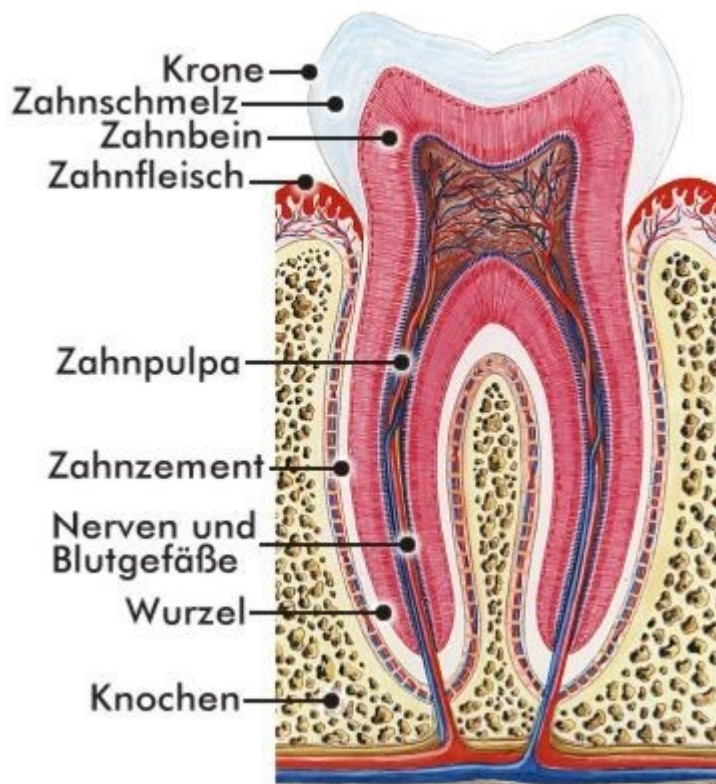


Abbildung 1: Zahnaufbau ⁴

Lediglich im Bereich der Wurzelspitze (= Apex), in den meisten Fällen exzentrisch um den Apex, findet sich ein Aus- bzw. Eingang (= foramen apicis dentis), der sehr häufig (70% aller Zähne)

⁴ www.braunwarth.de/images/zahn_quer.jpg

auch akzessorische Kanälchen aufweisen kann. Diese so genannten Ramifikationen können sowohl in Form, als auch in Zahl ungeheuer variabel sein.^{5 6}

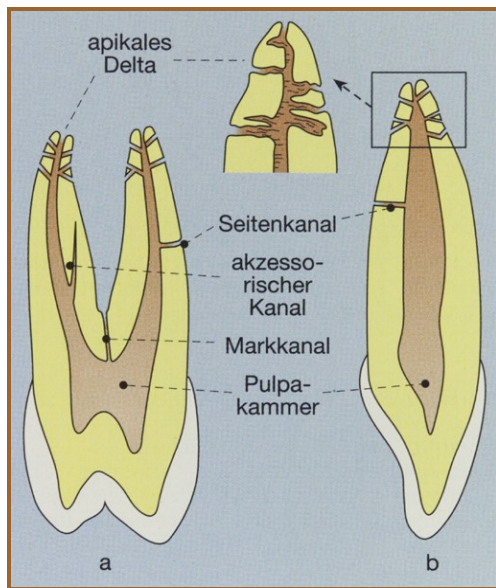


Abbildung 2: Ramifikationen und akzessorische Seitenkanäle⁷

Wurzelkanalanatomie

Vertucci veröffentlichte 1984 ein Schema zur Einteilung verschiedener Wurzelkanalkonfigurationen. Hierbei unterscheidet man Wurzelkanäle die am Boden der Pulpalkammer starten von solchen, die im Verlauf des Kanals abzweigen und solchen, die am foramen apicale münden. Daraus wiederum wird in acht Kanalkonfigurationen eingeteilt.

Typ1: ein Kanal, ein Foramen

Typ2: zwei Kanäle, ein Foramen (Verschmelzung im unteren Drittel)

Typ3: ein sich teilender Kanal, aber ein Foramen

Typ4: zwei separate Kanäle, zwei Foramina

Typ5: ein sich teilender Kanal, zwei Foramina (im unteren Drittel)

Typ6: zwei sich verbindende Kanäle, aber zwei Foramina

Typ7: ein Kanal der sich teilt, wieder vereinigt und schließlich in zwei Foramina endet

Typ8: drei Kanäle mit drei Foramina

Zusätzlich zu dieser Variantenvielfalt kommen noch Krümmungsmerkmale, Resorptionszustände, unterschiedliche Entwicklungsstadien und Milchzähne hinzu, die den behandelnden Endodontisten das Leben schwer machen können.^{8 9}

⁵ Hubert E. Schröder: Orale Strukturbiologie S. 124

⁶ Rohen: Anatomie für Zahnmediziner S. 120 ff

⁷ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

Grundsätzlich weisen jedoch die einzelnen Zahngruppen ähnliche Merkmale auf.

Die **Frontzähne des Oberkiefers** besitzen zu hundert Prozent einen zentralen Kanal und gehören somit zum Typ 1 nach Vertucci. Ausnahmen sind hierbei äußerst selten. Die Durchschnittslänge der Oberkieferfrontzähne wird in der Literatur mit 23 mm angegeben. Der seitliche Inzisivus des Oberkiefers weist oft eine nach distal bzw. bukkal gekrümmte Wurzel auf, was ihn im Röntgen als scheinbar kürzer, als den mittleren Inzisivus des Oberkiefers, erscheinen lässt. Im Kanalquerschnitt unterscheiden sich die Zähne aufgrund der eher ovalen Anatomie des seitlichen Oberkieferinzisivus.

Der **Eckzahn des Oberkiefers** (caninus) ist mit einer durchschnittlichen Länge von 26 mm der Längste unseres Gebisses. Er besitzt ebenfalls immer nur einen Kanal (Typ 1), der sich jedoch aufgrund seiner Ausdehnung nicht immer als leicht abzufüllen und reinigbar darstellt.

Die **Prämolaren des Oberkiefers** weisen beide eine Durchschnittslänge von 21 mm auf, wobei der Oberkiefer 4er etwas kürzer ist. Als heimtückisch können sich die oftmals stark gebogenen und sogar doppeltgekrümmten Wurzeln herausstellen. Typischerweise besitzt der Oberkiefer 4er im Gegensatz zum Oberkiefer 5er zwei getrennte Wurzeln mit je einem Kanal (laut Angaben zu 56%). In vierzig Prozent der Fälle zeigt sich nur eine Wurzel mit zwei Kanälen (Vertucci Typ 4). Sogar dreiwurzelige erste Prämolaren mit dem Typ 8 sind mit 1 – 4 % beschrieben. Bei den übrigen wurde die Kanalkonfiguration Typ 1 mit 18% und Typ 2 mit 8% im Durchschnitt bestimmt. Beim Oberkiefer 5er werden nur bei achtzehn von hundert Zähnen zwei Kanäle beschrieben. Der Typ 1 ist beim 5er der dominierende. Die Konfigurationen 2 und 4-7 halten sich mit einem Anteil von je einem Viertel die Waage, Typ 8 ist mit einem Prozent sehr selten anzutreffen.

Die **Molaren des Oberkiefers** unterscheiden sich in Größe, Wurzelform und Divergenz der Wurzeln. Der erste Oberkiefermolar ist der Größte, hat stark divergierende Wurzeln und weist eine Durchschnittslänge von 21mm auf. Der zweite Oberkiefermolar ist etwas kleiner und die Wurzeln zeigen sich zu ca. 50 % verwachsen zu einer Einheit. Hierbei kommt es klassischerweise zu einer C-Form der Kanäle. Der dritte Oberkiefermolar ist in Form und Gestalt zu variabel, als dass man genaue gültige Angaben über sein Aussehen anstellen könnte. Die große Herausforderung bei dieser dreiwurzelligen Zahngruppe ist jedoch die, dass der 6er zu 60% und der 7er zu etwa 43 % einen zweiten Kanal in der mesiobukkalen Wurzel aufweisen. In einer Mikroskopstudie von Kulid und Peters 1990 ist sogar von 95 % die Rede. So wurde festgestellt, dass der zweite Kanal entweder erst hinter einem gemeinsamen Eingang aus der Pulpenkammer abzweigt, als Typ 2 in nur einem Foramen mündet, oder überhaupt als Typ 4 separat die

⁸ Beer, Baumann: Endodontologie S. 51-52

⁹ Gängler, Hoffmann, Willershausen Schwenzler, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 217-220

mesiobukkale Wurzel durchzieht. Im Gegensatz dazu sind sowohl die palatinale, als auch die distobukkale Wurzel in nahezu 100 % einkanlig.

Die **Unterkiefer Frontzähne** sind mit durchschnittlich 21 mm gut 10 % kürzer als jene des Oberkiefers. Allerdings stößt man in 25 % der Fälle auf zwei Kanäle des Typs 2 und zu 5,5 % auf den Typ 4, was die Therapie sehr schwer machen kann. Hülsmann 1992 lehrte sogar die Entfernung der Krone, um den meist stark gekrümmten und weiter lingual gelegenen Kanal besser erreichen und aufbereiten zu können.

Auch der **Unterkiefer Eckzahn** ist deutlich kürzer als sein Pendant im Oberkiefer. Seine durchschnittliche Länge beträgt 23 mm und wie bei den Unterkiefer Frontzähnen, kann man in einem Viertel der Fälle mit zwei Wurzelkanälen rechnen. Hierbei wird aber zumeist der Vertucci Typ 1 beobachtet.

Der **erste Unterkiefer Prämolare** ist mit einer Länge von 21mm etwas länger als der zweite Unterkiefer Prämolare. Er verfügt in gut 25 % über zwei (Typ 4+5), in einem 1 % sogar über drei Wurzelkanäle. Typisch für den ersten Vormahlzahn ist sein zunächst gerader Wurzelkanalverlauf, der erst ab der Mitte in eine deutliche Krümmung umschlägt. Daraus ergeben sich bei der Aufbereitung eine Begradigung im Bereich der Biegung und eine Ausweitung des Kanals im apikalen Abschnitt.

Der **zweite Unterkiefer Prämolare** zeigt sich zu nahezu immer mit einer Wurzel und einem Kanal. Sehr selten (2,5 %) findet man zwei Kanäle (Typ 2+4+5) und nur bei einem von hundert liegen drei Kanäle vor. Die Zahnlänge beläuft sich durchschnittlich auf 22mm.

Die **Molaren des Unterkiefers** sind überwiegend zweiwurzelige Zähne, bei denen die mesiale Wurzel zwei, die distale meist einen Kanal aufweist. Zu 40-45 % enden diese beiden Kanäle in nur einem Foramen (Typ 2). Vor allem der mesiobukkale Kanal ist oft stark gewunden, der mesiolinguale kann im apikalen Drittel nach mesial abbiegen. Nicht selten bestehen zwischen den beiden Kanälen Anastomosen (Peters 1992). Der distale Kanal hat meist einen ovalen Querschnitt und ist größer als die beiden mesialen. Er endet häufig (60 %) knapp vor der Wurzelspitze an der distalen Wurzeloberfläche. Zu 14-25 % kommen auch zweikanalige distale Wurzeln beim Unterkiefer 6er vor, wobei beim Unterkiefer 7er diese Anatomie mit 5% (Typ 2+4) eher selten ist. Ansonsten ist der zweite Unterkiefer Molar dem 6er mit 21 mm Zahnlänge aber etwas stärker gekrümmten Wurzeln sehr ähnlich. Der dritte Unterkiefermolar ist gleich wie im Oberkiefer reich an Variantenvielfalt.^{10 11 12 13}

¹⁰ Gängler, Hoffmann, Willershausen Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 218

¹¹ Beer, Baumann: Endodontologie S. 52-58

¹² Rohen: Anatomie für Zahnmediziner S. 132-144

¹³ Sauerwein: Zahnerhaltungskunde S. 202+203

1.2 Pulpitis und apikale Parodontitis

Unter Pulpitis und auch apikaler Parodontitis (=Periodontitis) versteht man die entzündlichen Erkrankungen der besagten Gewebe. Diese Krankheitsbilder können sowohl akut als auch chronisch verlaufen.

Ätiologie der Pulpitis

Gründe für die Entstehung einer Entzündung können bakteriell-toxisch, mechanisch, chemisch, thermisch oder parodontaler Natur sein.

Als häufigste Ursache ist hier klar die **kariöse Infektion** zu nennen. Hierbei kommt es durch Bakterien zu einer infizierten Nekrose der Zahnhartsubstanz, wobei Toxine entstehen, die zur Pulpa gelangen und dort eine Reizantwort auslösen. Solche chemischen Noxen können jedoch auch aus Füllungsmaterialien stammen oder bei der Behandlung hypersensibler Zahnhälse auftreten.

Thermische Reize entstehen fast ausschließlich iatrogen beim Bohren oder Beschleifen eines Zahnes. Aber auch Metallfüllungen ohne isolierende Unterfüllung können Ursache für thermische Traumen sein.

Unter die Rubrik der **mechanischen Reize** fallen vor allem überhöhte Füllungen, Kronen, Brücken sowie zu forsche kieferorthopädische Zahnbewegungen. Ausgangspunkt der Entzündung ist das überbeanspruchte apikale Parodont, von wo sich der Herd dem Wurzelkanal entlang bis in die Kronenpulpa ausdehnt.

Ausbreiten können sich auch **Infektionen aus der unmittelbaren Nachbarschaft** eines eigentlich gesunden Zahnes. So können auch Sinusitis, Osteomyelitis, oder die apikale Parodontitis des Nachbarzahnes Auslöser einer Pulpitis sein.

In der Literatur als selten beschrieben wird die so genannte **Aerodontalgie**. Hierbei handelt es sich um Druckdifferenzen beim Zurücklegen großer Höhenunterschiede, die den Zahn erheblich schädigen können.

Einteilung der Pulpaerkrankungen

Bei den Pulpitiden unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Formen. Offene Formen sind deutlich seltener und werden vor allem im Milchgebiss beobachtet.

1.2.1.1 Geschlossene Formen

1. Hyperämie: bezeichnet eine gesteigerte Durchblutung. Diese kann aktiv durch Dilatation der Gefäße entstehen, oder passiv durch Verminderung des Blutabflusses zustande kommen.

Die Hyperämie ist der Beginn einer jeden Entzündung. Sie stellt eine Abwehrreaktion des Körpers zur Überwindung lokaler Schädigungen dar. Es ist bereits ein pathophysiologisches Zeichen der Pulpa, welches jedoch voll reversibel ist, indem man den verursachenden Reiz, meist eine kariöse Läsion, beseitigt.

2. Pulpitis serosa: In diesem Stadium beginnen die Gefäße undicht zu werden. Dabei treten sowohl Serum, Plasma, als auch im fortgeschrittenen Zustand der Entzündung Leukozyten aus. Es kommt zu einer Drucksteigerung die vorerst örtlich, später allgemein wirksam wird. Aufgrund der rundum harten Strukturen, bietet sich kein Platz für Schwellung bzw. Ausdehnung. Die Folge ist eine Drucksteigerung, die an den Nervenendigungen starke Schmerzempfindungen auslöst. Die Pulpitis serosa partialis ist noch reversibel. Eventuell ist bei Eröffnung der Pulpa eine direkte Überkappung von Nöten. Bei einer Pulpitis serosa totalis gilt es eine Vitalextraktion mit anschließender Wurzelbehandlung anzustreben.

3. Pulpitis purulenta: In dieser Phase kommt es bereits zum Austritt von Zellkörpern. Massive Leukozytenbesiedelung hat Abszesse zur Folge, die das Pulpengewebe örtlich (Pulpitis purulenta partialis) oder allgemein (Pulpitis purulenta totalis) zerstören. Dieser Vorgang kann radikal die gesamte Pulpa in Form einer Phlegmone betreffen, oder lokal in einen chronischen Verlauf übergehen. Das betroffene Pulpengewebe ist in diesem Stadium bereits irreversibel zerstört. Die eitrige Entzündung, bzw. das eitrige Infiltrat üben einen enormen Druck auf die Wurzelpulpa aus. Die PatientInnen klagen über unerträgliche Schmerzen.

4. Pulpanekrose: Unter Nekrose versteht man den Zelluntergang. Das Pulpagewebe stirbt ab und verliert somit seine Funktion und Reaktionsfähigkeit.

5. Pulpagangrän: Unter Gangrän versteht man eine infizierte Pulpanekrose, die aufgrund ihrer Abbauprodukte und Bakterien einen typischen Geruch (für ZahnärztInnen) nach Fäulnis aufweist.^{14 15}

1.2.1.2 Offene Formen

Voraussetzung für eine offene Pulpitis ist ein großer kariöser Defekt mit Pulpabeteiligung. Meist wird hierbei ein chronischer Verlauf beobachtet.

1. Pulpitis aperta ulcerosa: auf der leicht infizierten Pulpa bildet sich an der Oberfläche ein Geschwür.

2. Pulpitis aperta granulomatosa / polyposa: ein epithelialisiertes Granulom wuchert aus dem kariösen Defekt. Es zeichnet sich klinisch als rosarotes globuläres Gewebe aus und ist somit im Gegensatz zu den übrigen geschlossenen Formen eindeutig identifizierbar.

¹⁴ Sauerwein Ernst: Zahnerhaltungskunde; Kariestherapie, Endodontie, Parodontologie S. 153-173

¹⁵ Gängler, Hoffmann, Willershausen, Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 128-136

Ätiologie der apikalen Parodontitis

Die Ursache einer apikalen Entzündung kann ähnlich wie bei der Pulpitis mikrobiologisch, chemisch-toxisch, bzw. traumatisch sein. Mikrobiologisch bedeutet die bakterielle Infektion des Parodonts bei vorangegangener Pulpitis, Gangränzähnen oder parodontalen Taschen. Chemischen Schäden liegen meist giftige Füllmaterialien oder andere toxische Mittel zu Grunde. Schläge, Unfälle, Überbelastungen, Primärkontakte, zu hohe Füllungen, Kronen, Brücken, forcierte Kieferorthopädie und Manipulation bei endodontischer Therapie können Ursache für traumatische Schädigung des Parodonts sein.

Bei den apikalen Parodontitiden unterscheidet man primär zwischen solchen die akut ablaufen und solchen, die chronifizieren.

Tabelle 1: Vorkommen von apikaler Parodontitis bei wurzelbehandelten Zähnen¹⁶

Autoren	Jahr	Land	%AP
Boltacz-Rzepkowska und Pawlicka	2003	Polen	25,0
Lupi-Pegurier et al	2000	Frankreich	31,5
De Moor et al	2000	Belgien	40,4
Dugas et al.: Toronto	2003	Kanada	44,0
Dugas et al.: Saskatoon	2003	Kanada	51,0
Kirkevang et al.	2001	Dänemark	52,6
Segura-Egea	2004	Spanien	64,5

1.2.1.3 Akute Formen

1. Parodontitis apicalis acuta serosa (primäre akute apikale Parodontitis): Diese Form der Entzündung wird nur in seltenen Fällen beobachtet. Sie entsteht vorwiegend nach Keimverschleppung bei Überinstrumentierung, Überfüllung eines Wurzelkanals oder Traumen. Es ist eine hyperämische Reaktion im periapikalen Bereich, die mit der Ausschwemmung von Leukozyten und Makrophagen einhergeht. Häufig heilt die primär akute Parodontitis narbig aus, sie kann jedoch auch in einen periapikalen Abszess oder in eine chronische Form übergehen.

¹⁶ Tabelle Publikation März 2006 Prof. Städtler

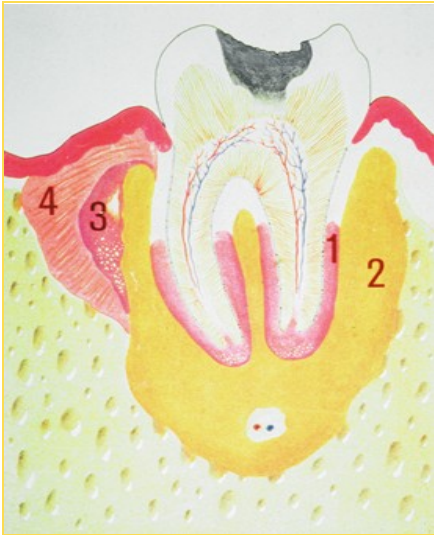


Abbildung 3: 4 Stadien der Abszessbildung nach Wannemacher ²²

2. Parodontitis apicalis acuta purulenta (sekundäre akute apikale Parodontitis): Sie entsteht nach Persistenz einer primären akuten Parodontitis und wird auch als periapikaler Abszess bezeichnet. Meist zeigt sie sich als eitrige Gewebserschmelzung. Dieser Abszess kann in akuter oder abgekapselter, also chronischer Form vorliegen. Im Fall der Chronifizierung und Sekundärinfektion mit Bakterien, spricht man von Phönixabszessen. Diese treten als immer wiederkehrende Abszesse in Erscheinung.

Das Fortschreiten des Abszesses wird je nach Lage (in Bezug auf die Gewebe) in Phasen eingeteilt (4 Stadien nach Wannemacher). So gelangt die Entzündung von der periapikalen Phase (1), als Osteomyelitis in das Knochengewebe und trägt somit den Namen enossale Phase (2). Dieser folgt, nach Durchbruch durch den Knochen, die subperiostale Phase (3), die klinisch mit starken Schmerzen einhergeht. Nachdem das Periost als Barriere überwunden ist, kommt es zum Weichgewebsabszess der submukösen Phase (4). Hier kann noch zwischen submukös und subkutan unterschieden werden, bevor sich letztlich das meist eitrige Infiltrat endgültig durch eine Fistel nach außen (enoral oder exoral) entleert. Fistelungen werden laut einer Studie (Mortensen et al.) in 20 % der Fälle beobachtet.

1.2.1.4 Chronische Formen

1. Parodontitis apicalis chronica (granulomatosa od. chronische apikale Parodontitis): Bei der chronischen Form der apikalen Parodontitis kommt es zur Bildung eines Granuloms. Dieses granulomatöse Gewebe dient als Abwehrsystem des Körpers. Die Bezeichnung Granulom als eine tumorartige Gewebsbildung ist eigentlich inkorrekt, da es sich nicht um eine Gewebsvermehrung, sondern um eine postresorptive Ersatzgewebsbildung handelt. Daher ist auch der Name „Pseudozyste“ in der Zahnheilkunde geläufig.

In einem Granulationsgewebe findet man zahlreiche Gefäße, zahlreiche Nerven, massenhaft Lymphozyten und Plasmazellen als Zeichen einer anhaltenden Infektabwehr. Als die vier Hauptkomponenten einer chronischen periapikalen Läsion gelten: ein Infiltrat aus Lymphozyten und Plasmazellen, Granulationsgewebe, Malassez'sche Epithelreste, und eine Bindegewebskapsel mit Fibroblasten und Kollagenfaserbündel (Schröder 1991).

Bei verminderter Immunabwehr kann die chronische apikale Parodontitis wieder in eine akute Form übertreten. Solche chronischen Prozesse können, solange sich Angriff und Abwehr die Waage halten, jahrelang bestehen.

Die Therapie der Wahl für die chronische apikale Parodontitis ist die Wurzelspitzenresektion. Sie stellt auch die häufigste Indikation für diesen oralchirurgischen Eingriff dar.

17 18 19 20 21 22

Radikuläre Zyste

Die radikuläre Zyste entwickelt sich aus einer chronischen apikalen Parodontitis. Es handelt sich um einen, mit Epithel ausgekleideten, mit Flüssigkeit gefüllten, Hohlraum. Die Wurzelspitze ist in dem Zystenbalg integriert. Sie ist der Ausgangspunkt für die Entstehung der radikulären Zyste. Alternativ kann auch ein infizierter Seitenkanal der Entstehung dienen. Osmotische und resorptionsstimulierende Faktoren treiben das Zystenwachstum an, welches sich immer den Weg des geringsten Widerstandes sucht.

Der Zysteninhalt ist meist serös und ist anfangs steril, obwohl dessen Ursache ein infizierter Wurzelkanal ist. Erst aufgrund von Leukozyten- und Bakterieneinwanderung bildet sich aus dem cholesterinhaltigen, gelben Infiltrat ein eitriger Zysteninhalt.

Größe und Ausdehnung sind bei den radikulären Zysten sehr variabel. Sie können streng periapikal lokalisiert sein, aber auch die Ausdehnung über einen ganzen Quadranten aufweisen.²³

¹⁷ Sauerwein Ernst: Zahnerhaltungskunde; Kariestherapie, Endodontie, Parodontologie S. 153-173

¹⁸ K.Schroll G.Watzek: Zahnärztliche Chirurgie S. 1-3

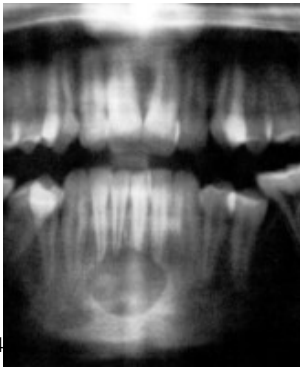
¹⁹ Gängler, Hoffmann, Willershausen, Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 128-136

²⁰ Beer, Baumann: Endodontologie S. 8-34

²¹ Eberhard Krüger: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie S. 77-80

²² Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

²³ K.Schroll G.Watzek: Zahnärztliche Chirurgie S.3



24

Abbildung 4: Radikuläre Zyste UK Front ²⁵



Abbildung 5: Radikuläre Zyste UK Seitenzahnbereich ²⁶

²⁴ Beer, Baumann: Endodontologie S. 32-34

²⁵ www.mkg-pytlík.de/typo3temp/pics/14ea25c5ca.jpg

²⁶ www.ukaachen.de/go/show?ID=4045002&DV=0&COMP=...

www.ukaachen.de/go/show%3FID%3D4045002%26DV%3D0%26COMP%3Dimage%26TYPE%3Dmain&imgrefurl=http://www.ukaachen.de/go/changelanguage%3FID%3D3581476%26DV%3D1%26COMP%3Dpage%26NAVID%3D3581476%26NAVDV%3D1&usg=__VTMiJZ4wIqE-UVIRbkUE_JVCDlw=&h=339&w=515&sz=35&hl=de&start=3&um=1&tbnid=8I9ZbScYQ1HMqM:&tbnh=86&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dradikul%25C3%25A4re%2Bzyste%26hl%3Dde%26sa%3DG%26um%3D1

Klinik und Therapie

Tabelle 2: Klinik und Therapie der Pulpitis²⁷

Tabelle 5.11 Klinik und Therapie der Pulpitis

Klassifikation	Symptomatik	Therapieprinzip
Pulpitis chronica clausa	klinisch symptomlos, bereits bei Caries superficialis zu erwarten, bei Caries media et profunda obligat	Verhinderung der Exazerbation durch rechtzeitige Füllungstherapie.
Pulpitis chronica aperta ulcerosa	kariös eröffnete Pulpa mit schmierigen Ulzerationen, Beschwerden auf Sondieren, sonst schmerzsymptomlos	Pulpektomie und Wurzelkanalfüllung
Pulpitis chronica aperta granulomatosa	kariös eröffnete Pulpa mit Polypbildung, sekundär epithelisiert, schmerzsymptomlos	Pulpektomie und Wurzelkanalfüllung
Pulpitis acuta partialis	starke, meist lokalisierte spontane Pulpitisschmerzen, nachts noch verstärkt, kurze Schmerzanamnese (Stunden)	expektative Pulpitisiagnostik bei vermuteten reversiblen Schmerzen, dann Füllungstherapie mit Kontrolle der Sensibilität, sonst Pulpektomie und Wurzelkanalfüllung
Pulpitis acuta totalis	starke spontane Pulpitisschmerzen, aufbiss- und klopfempfindlich durch Übergang zur Parodontitis, deshalb auch Irradiation, evtl. Weichgewebeödem und lokalisierte Rötung, längere Schmerzanamnese (Tage)	Pulpektomie und Wurzelkanalfüllung

Tabelle 3: Klinik und Therapie der apikalen Parodontitis²⁸

Tabelle 5.12 Klinik und Therapie der apikalen Parodontitis

Klassifikation	Symptomatik	Therapieprinzip
Parodontitis apicalis chronica fibrosa	schmerzsymptomlos, Röntgenaufhellung periapikal durch Verwaschung des Periodontalspalts, Pulpa teilweise oder ganz nekrotisch bzw. gangränös infiziert	Ausräumung der nekrotischen Pulpa, Wurzelkanalfüllung
Parodontitis apicalis chronica diffusa	schmerzsymptomlos mit diffuser Röntgenaufhellung weit im Kieferknochen, hohe Progressions- und Exazerbationstendenz	Zahnerhaltung mit Wurzelkanalfüllung, Extraktion nur bei unbeherrschbarer Exazerbation erwägen
Parodontitis apicalis chronica granulomatosa	schmerzsymptomlos mit gut begrenzter Röntgenaufhellung bis Kirschgröße, Infektion und Exazerbation nicht selten	Zahnerhaltung mit Wurzelkanalfüllung, bei Verdacht auf Zystenbildung Röntgenbefund nachkontrollieren, selten spätere Wurzelspitzenresektion notwendig
Parodontitis apicalis chronica cystosa	schmerzsymptomlos mit scharf begrenzter Röntgenaufhellung des Zystenraums, extensives Wachstum mit Kieferknochenaufreibung, Dupuytren-Papierknittern, selten Spontanfraktur des Unterkiefers, hohe Infektionstendenz	Zahnerhaltung mit Wurzelkanalfüllung, Wurzelspitzenresektion mit Zystektomie oder Zystostomie obligat
Parodontitis apicalis acuta	starke spontane Zahnschmerzen, extrem klopfempfindlich, pulsierend und irradierend; bei Ausbreitung im Kieferknochen Weichteilschwellung, Abszedierung, Lymphadenitis, Temperaturerhöhung	Trepanation des Zahns zum Abklingen der akuten Phase, danach Wurzelkanalfüllung; bei Nichterhaltungsfähigkeit frühzeitige Extraktion, evtl. zusätzliche Abszessspaltung

²⁷ Gängler, Hoffmann, Willershausen, Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 151

²⁸ Gängler, Hoffmann, Willershausen, Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie; S. 152

Diagnose

Für die Stellung einer gesicherten Diagnose sind neben Röntgenbildern eine genaue Anamnese, sowie die klinische Inspektion, Sensibilitätstest und Perkussionstest erforderlich.

Die **Anamnese** sollte folgende Fragen nach Beschwerden enthalten:

- Zeit und Grund des erstmaligen Schmerzes?
- Dauer der Schmerzattacken?
- Seit wann bestehen die Beschwerden?
- Was ruft Schmerzen hervor (Auslöser)?
- Art der Schmerzen?
- Lokalisation?
- Einnahme von Medikamenten ? (verfälschtes Ergebnis)

Der **Vitalitätstest** ist ein unabdingbares Mittel zur korrekten Diagnosestellung.

Um die Vitalfunktion eines Zahnes zu überprüfen, stehen den BehandlerInnen verschiedene Möglichkeiten zu Verfügung. Klassischerweise werden hierzu Kohlensäureschnee oder Kältespray verwendet. Alternativ finden sich aber auch elektrische Pulpentester. Hierbei ist die korrekte Handhabung zu beachten. Unter keinen Umständen dürfen die BehandlerInnen nicht leitende Gummihandschuhe tragen, die den nötigen Stromkreislauf unterbinden würden. Im Falle eines negativen Vitalitätstests sollte immer ein Röntgenbild angefertigt werden, um eine Beurteilung des Parodontalspaltes oder einer Aufhellung um die Wurzelspitze zu ermöglichen. Bei unsicherer Vitalität sollte eine Probetrepanation ohne Anästhesie Aufschluss bringen.

Ein positiver **Perkussionstest** kann mehrere Ursachen haben, wie z.B.

- Hyperämie
- Akute, oder chronische Pulpitis
- Apikale Parodontitis
- Parodontalabszess
- Trauma des Zahnhalteapparates
- Entzündung in unmittelbarer Umgebung
- Gelockerte Füllung
- Infraktion
- Fraktur

Im Falle von mehreren klopfschmerzhaften Zähnen, sollte eventuell an eine Sinusitis maxillaris gedacht werden. Bei nur halbseitig positiv reagierenden Zähnen kann möglicherweise eine Fraktur der Grund für die Schmerzen sein.

Bei PatientInnen, denen es unmöglich ist die genaue Lokalisation der Schmerzen anzugeben, besteht die Möglichkeit, eine diagnostische Anästhesie zu verabreichen. Lässt der Schmerz nach, so kann man Rückschlüsse auf den Schmerzlokus ziehen, bzw. im umgekehrten Fall eventuell dentogene Auslöser ausschließen.

Das **Röntgenbild** ist gerade in der Endodontie ein wertvolles Hilfsmittel und wird sogar gesetzlich, für eine diagnostische und differentialdiagnostische Argumentation vorausgesetzt. Es ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer „state of the art“ Wurzelbehandlung. Folgendes können geübte BehandlerInnen einem Röntgenbild entnehmen:

- Umriss und Kontur der Zähne
- Annähernd genaue Länge der Zähne
- Anzahl der Wurzeln und Kanäle
- Knochensituation (Knochenangebot vertikal und horizontal, Knochentaschen)
- Größe der Pulpahöhle
- Wurzelkrümmung
- Position des Foramen apicale
- Verkalkungen
- Innere- und äußere Wurzelresorptionen
- Periradikuläre bzw. periapikale Läsionen (Ausdehnung, Ursprung)
- Perforationen (fausse route)
- Frakturen
- Parodontale Schäden (Parodontalspalt, Furkationen)
- Hartgewebsan- und Ablagerungen (Zahnstein, Überfüllung)

Dennoch ist, aufgrund der zweidimensionalen Abbildung des Zahnes am Röntgenbild, die diagnostische Aussagekraft limitiert. Eine Studie zeigte, dass bei der Befundung gleicher Röntgenbilder sich in nur 50 % der Fälle die Aussagen der BehandlerInnen deckten. Selbst bei einer Nachuntersuchung der selben Bilder, von den selben BehandlerInnen nach einem Zeitraum von 8 Monaten, widersprachen diese sich bei einem von zehn Bildern (Goldman et al. 1974).

Bei der **extraoralen Untersuchung** sollte vor allem auf Gesichtsform, pathologische Defekte, Assymetrien wie einseitige Schwellungen, beidseitige Schwellungen und Auffälligkeiten an der Haut, wie z.B. Fisteln, Rötungen, Blässe, Narben geachtet werden. Auch Sensibilität und Motorik lassen sich von extraoral überprüfen. Sehr häufig geben geschwollene Lymphknoten einen Aufschluss über akute Entzündungen, infektiöse Geschehen oder sogar tumorartige Veränderungen.

Bei der **intraoralen Untersuchung** befassen sich die BehandlerInnen hauptsächlich mit dem Finden bzw. Erkennen von Schwellungen, Rötungen, Eiterentleerungen, Fisteln, Karies, Zahnverfärbungen, Füllungen, undichte Füllungen, Zahnlockerung und dem Zustand des Parodonts. Zu diesem Zwecke können Untersuchungsmethoden wie Palpation, Perkussion, Beurteilung der Zahnbeweglichkeit, Okklussionsanalyse usw. verwendet werden.^{29 30}

1.3 Therapiekonzepte

Wurzelbehandlung nach Vitalextirpation

Eine WB nach Vitalextirpation stellt eine relativ häufige Indikation dar. Wenn z.B. das, von Karies aufgeweichte Dentin bis an die Pulpenhöhle heranreicht und diese im Zuge der Kariesexcavation eröffnet wird. Stellt sich der eröffnete Bereich als zu groß für eine direkte, bzw. indirekte Pulpenüberkappung dar, so muss der Nerv entfernt werden. Aufgrund der vitalen Pulpa kann von Entzündungsfreiheit ausgegangen werden, was ein sofortiges Abfüllen des Kanals rechtfertigt, bzw. fordert.

Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose

Da einer Nekrose meist eine Infektion vorangeht, und diese Bakterien erst durch desinfizierende Einlagen abgetötet werden können, ist ein sofortiger definitiver Verschluss nicht möglich. In solchen Fällen stehen den BehandlerInnen mehrere Möglichkeiten der chemischen Kanalaufbereitung zu Verfügung. Erst bei kompletter Entzündungsfreiheit wird die Obturation des Wurzelkanals vollzogen.

Das Ziel jeder Wurzelbehandlung ist es, möglichst alle Bereiche des Wurzelkanalsystems zu reinigen, um eine Heilung des periapikalen Gewebes möglich zu machen³¹. Solange das Kanalsystem bakteriell kontaminiert ist, wird auch die Entzündung um die Wurzelspitze in Gang

²⁹ Städtler, Glockner, Ebeleseder: Skriptum für Endodontiekurs, Graz 1991 S. 2-5

³⁰ Friedrich Henk: Herdlehre Eine interdisziplinäre Wissenschaft aus der Sicht des Facharztes für ZMK S.126-138

³¹ Byström, 1987; Sjögren, 1997

gehalten,³² da aufgrund der mangelnden Durchblutung in diesem Bereich die humorale bzw. zelluläre Abwehr des Körpers nicht genügend wirken kann.³³

Wurzelbehandlung nach Revision

Ein bereits definitiv abgefüllter Zahn muss erneut geöffnet und desinfizierbar gemacht werden. Grund für eine Revision ist meist eine insuffiziente Wurzelbehandlung, die ein Abheilen des betroffenen Zahnes nicht möglich gemacht hat. Hier gilt es also etwas gegenüber der vorangegangenen Füllung zu verbessern, was sich sehr oft, aufgrund anatomischer Variationen, als nicht einfach oder sogar unmöglich herausstellt. Bereits beim Entfernen des alten Obturationsmaterials kann man schon schnell an seine technischen und chemischen Grenzen stoßen.³⁴ Bei einer Wurzelbehandlung nach Revision wird laut Literatur eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 65-80% angegeben³⁵. Konventionelle Wurzelkanalbehandlungen dagegen haben eine Erfolgsrate zwischen 85-95%.^{35 36 37}

WB nach Revision und Stiftentfernung

Bei der Revision inklusive Stiftentfernung kommt zusätzlich zu den oben genannten Problemen noch das Risiko von Zahnfrakturen, Schwächung der Zahnhartsubstanz oder die Entstehung einer Verbindung vom Zahninneren nach außen hinzu.³⁸

Meist lässt sich ein definitiv zementierter Stift nicht durch Klopf- bzw. Abziehhilfen entfernen, sondern muss unter größter Vorsicht herausgebohrt werden.

³² Möller et al 1981, fabricius et al 1982, Torabinejad 1994; aus Stomatologie 97.6 S. 167 Pertl et al; Gibt es ein optimales retrogrades Füllungsmaterial

³³ Lussi A. Die Reinigung und Obturation des Wurzelkanalsystems ohne konventionelles Instrument. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000;110:249-258

³⁴ Evans 1998, Iqbal 2007; Evans GE, Gulabivala K and Speight PM The influence of preparation and irrigation techniques on the removal of organic tissues and predentine from root canals of human premolar and molar teeth. Int Endod J 1998;30:250-261; Iqbal MK and Ku J. Instrumentation and obturation of the apical third of root canals: addressing the forgotten dimension. Compend Contin Educ Dent. 2007;28:314-320

³⁵ Sjögren et al. 1990; Factors effecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 16: 498-504

³⁶ Hession 1981 Long-Term evaluation of endodontic treatment: anatomy, instrumentation, obturation- The endodontic practise triad. Int endod J 9 390-393

³⁷ Kübler und Mühlig 1998 Leitlinien für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1998 und Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. Cochrane Database Syst Rev. 2007 Jul 18;(3):CD005511

³⁸ el-Swiah JM and Walker RT Reasons for apicectomies. A retrospective study. Endodontics and Dental Traumatology 1996;12;185-191 und

Danin J, Stromberg T, Forsgren H, Linder LE and Ramskold LO Clinical management of nonhealing periradicular pathosis. Surgery versus endodontic retreatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82:213-217

WSR retrograd

Eine Wurzelspitzenresektion ist die chirurgische Entfernung des pathologischen apikalen Gewebes, also die Beseitigung von apikalen Ramifikationen.³⁹

Die Wurzelspitzenresektion kommt zur Anwendung, wenn die oben angeführten konservativen Therapieformen nicht möglich sind, bzw. nicht zur Ausheilung geführt haben⁴⁰. Ein Zugang von enoral durch Schleimhaut und Knochen an die Wurzelspitze ermöglicht eine Resektion, Reinigung und Füllung des entzündeten Kanals. Gefordert wird ein bakteriendichter Abschluss des Kanals³⁹, sowie die Entfernung von 3mm des Apex. In den apikalen 3mm der Wurzel befinden sich laut Studien 70-90% aller Ramifikationen.⁴¹



Abbildung 6: Periapikale Entzündung⁴²



Abbildung 7: Entfernung des periapikalen Entzündungsgewebes⁴³

WSR orthograd

Unterscheidet sich lediglich in der Art der Obturation des Wurzelkanals von der retrograden Wurzelspitzenresektion. Der Zahn wird von der Zahnkrone aus verschlossen.

³⁹ Partsch 1998

⁴⁰ Torabinejad und Pitt Ford 1996, Moiseiwitsch und Trope 1998

⁴¹ Rotstein I and Simon JHS. Diagnosis, prognosis and decision-making in the treatment of combined periodontal-endodontic lesions. *Periodontology* 2000;34;165-203 und Syngcuk Kim; *Microsurgery in endodontics*

⁴² Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

⁴³ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

Das chirurgische Vorgehen wäre somit die Darstellung des Apex, die Trepanation des Zahnes, die Aufbereitung des Kanals, die Füllung des Kanals von orthograd und anschließend die Apektomie.



Abbildung 8: Orthograde Füllung⁴²

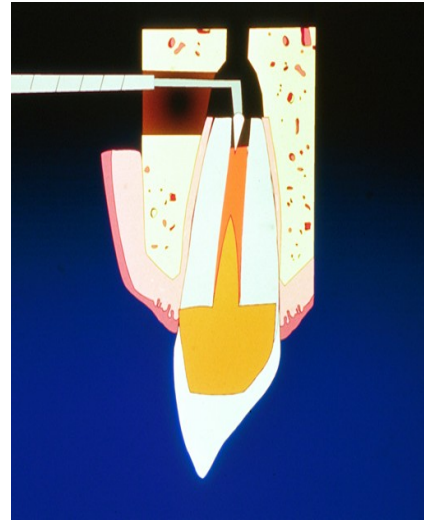


Abbildung 9: Retrograde Füllung⁴²

Hemisektion und Wurzelamputation

Stellt die Möglichkeit bei mehrwurzeligen Zähnen dar, eine oder auch zwei Wurzeln zu entfernen und somit die Entzündung zu beseitigen. Sowohl die Hemisektion, als auch die Wurzelamputation setzen eine strenge Indikationsstellung und chirurgisches Geschick voraus und sollten eher in Ausnahmefällen angewandt werden. Bei anschließender prothetischer Versorgung sollte dem „geschwächten Fundament“ besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

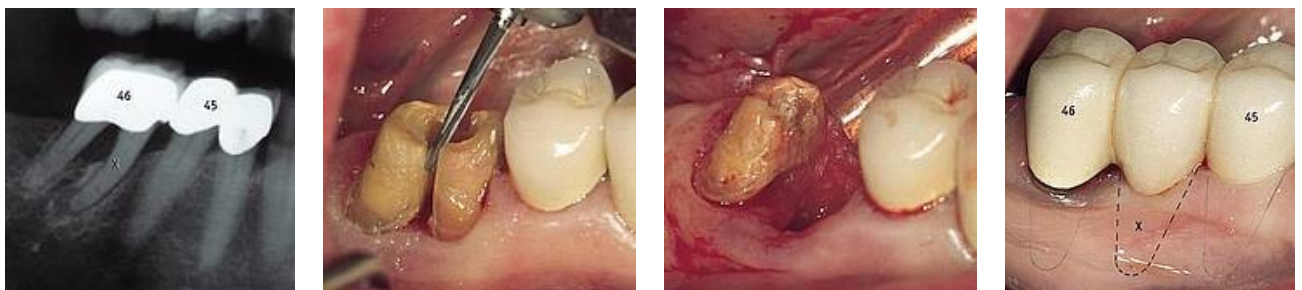


Abbildung 10: Zahn 46 mesiale Wurzel mit apikaler Entzündung ⁴⁴

Abbildung 11: Getrennte Wurzeln des Zahnes 46 ⁴⁴

Abbildung 12: Mesiale Wurzel entfernt ⁴⁴

Abbildung 13: Fertige prothetische Versorgung unter Einbeziehung der verbliebenen Wurzel ⁴⁴

Extraorale WSR

Bei der extraoralen Wurzelspitzenresektion wird der betroffene Zahn vorübergehend extrahiert und außerhalb des Mundes aufbereitet und abgefüllt. Nach vollzogener Behandlung wird dieser replantiert und sollte sich durch richtige Schienung wieder in die Mundhöhle integrieren und verwachsen⁴⁵. Hierbei handelt es sich jedoch um experimentelle Zahnerhaltungsversuche, da die kleinsten Schädigungen des Parodontiums, Ankylose und Ersatzresorption zur Folge hätten, was den Verlust des Zahnes bedeuten würde.

Extraktion

Die Extraktion stellt die sicherste Methode zur Entfernung einer dentogenen Entzündung dar. Sie kommt zum Einsatz, wenn alle oben genannten Therapiemethoden versagen, eine zu starke Schädigung des Zahnhalteapparates vorliegt, der Zahn ein Gesundheitsrisiko für die PatientInnen darstellt, oder sich der Zahn als prothetisch nutzlos erweist.⁴⁶

1.4 WB Anforderung und Technik

Um heutzutage den Anforderungen einer „State of the art“ Wurzelbehandlung gerecht zu werden bedarf es einiger technischer bzw. medizinischer Raffinessen. Im Vordergrund stehen hierbei sicher die fortschrittlichen Entwicklungen im Gebiet der Wurzelkanalinstrumente. Sowohl in Form und Design, als auch in Bezug auf die verwendeten Werkstoffe wurden in den letzten

⁴⁴

http://www.medeco.de/typo3temp/pics/4209128a5e.jpg&imgrefurl=http://www.medeco.de/index.php%3Fid%3D166&usg=__YJixrzMjkWjPxJ_-ePOFMXKPTKo=&h=158&w=160&sz=4&hl=de&start=7&um=1&tbnid=57-zBA218Q-

pAM:&tbnh=97&tbnw=98&prev=/images%3Fq%3Dhemisektion%26ndsp%3D18%26hl%3Dde%26sa %3DN%26um%3D1

⁴⁵ Harris MH. Apicoectomy and retrograde amalgam in mandibular molar teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48:405-407

⁴⁶ von Arx T and Walker WA Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: A literature review. Endod Dent Traumatol 2000;16:47-62 und Hepworth MJ and Friedmann S treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. J Can Dent Assoc 1997;63:364-371 und

Strassburg M und Lentrodt J. Wurzelspitzenresektion. In Horch, HH (Hrsg); 1995, PdZ Band 9 Zahnärztliche Chirurgie, Urban & Schwarzenberg München Wien Baltimore, S. 187-209

Jahren große Fortschritte gemacht. So lösen beispielsweise Nickeltitan-Werkstoffe die herkömmlichen Stahlinstrumente, vor allem in der maschinellen Aufbereitung, ab. Auch Querschnitte wurden geändert und in Effizienz bzw. Abtrag der Wurzelkanalwände verbessert. Drehmomentbegrenzte und mit Rücklauf ausgestattete Endo-Winkelstücke lassen den Eindruck erwecken, es könnten keine Probleme mehr in der Endodontie auftreten. Fakt jedoch ist, dass sich einiges verbessert hat, jedoch bei weitem kein Ende der Entwicklung absehbar ist. So vertrauen die meisten Spezialisten nach wie vor den herkömmlichen Handinstrumenten, welche mit taktilem Gefühl und „Know how“ bezüglich Wurzelkanalanatomie angewendet, nach wie vor zu den beständigsten und reproduzierbarsten Ergebnissen führen.

Als durchaus brauchbar stellen sich die Längenmessgeräte der neuen Generation dar. Mit ihnen werden in 90% der Fälle exakte endometrische Messlängen bestimmt, und somit auch die Röntgenbestrahlung der PatientInnen für anfällige Messröntgen auf ein Minimum reduziert. Ganz kann jedoch nicht auf die Röntgenbilder verzichtet werden, da keine 100%ige Genauigkeit mit den Endometriegeräten erzielt werden kann.⁴⁷

Aber nicht nur neue Materialien oder Geräte prägen heutzutage die Endodontie, sondern auch unterschiedlichste Aufbereitungs- und Obturationstechniken. So muss man sich zwischen Step-back und Crown-down sowie anderen Techniken entscheiden, die wiederum jeweils ihre eigenen Materialien erfordern. Bei der konventionellen Aufbereitung werden alle Feilen bzw. Bohrer der Größe nach über die gesamte Arbeitslänge in den Kanal eingebracht und dieser sukzessive erweitert. Es werden sowohl so genannte K-feilen (Kerr) und Hedström als auch Reamer, bei denen es sich um Bohrer handelt, verwendet. Alle diese Wurzelkanalnadeln weisen eine bestimmte Konizität von 2% mit bestimmten Taper auf und werden in Isogrößen unterteilt. Die gängigsten Größen liegen zwischen 08, 12, 15, 20 bis zu 50, 55 und aufwärts.

⁴⁷ Hellwig 1994, Hor, Attin 2005, Pommer 2002

Anatomie

Eine genaue Beschreibung der Anatomie der Zähne siehe oben.

Hauptaugenmerk in Bezug auf Wurzelkanalbehandlungen muss auf die Molaren des Oberkiefers gelegt werden, die in nahezu 75% der Fälle 4 Kanäle aufweisen.⁴⁸

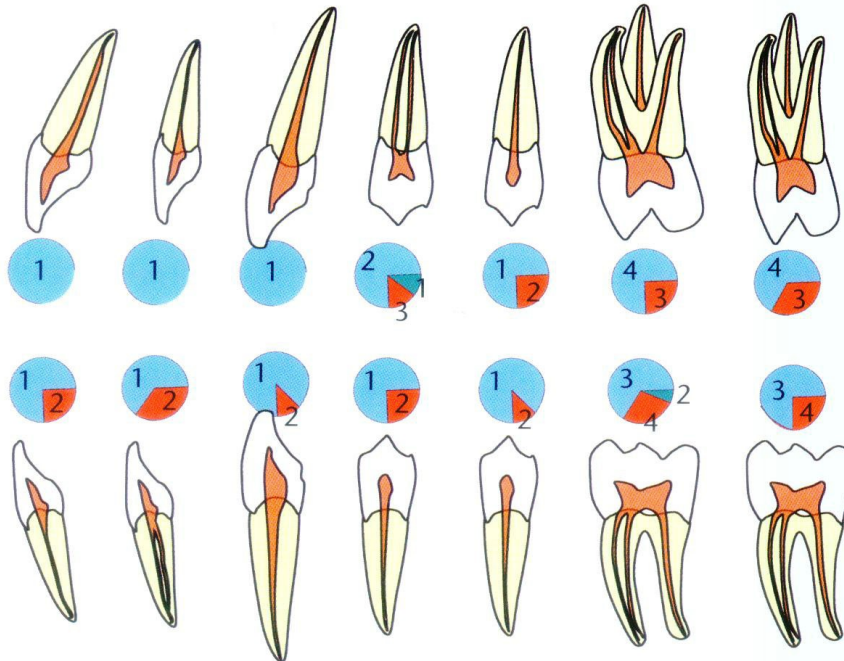


Abbildung 14: Anzahl von Wurzelkanälen⁴⁸

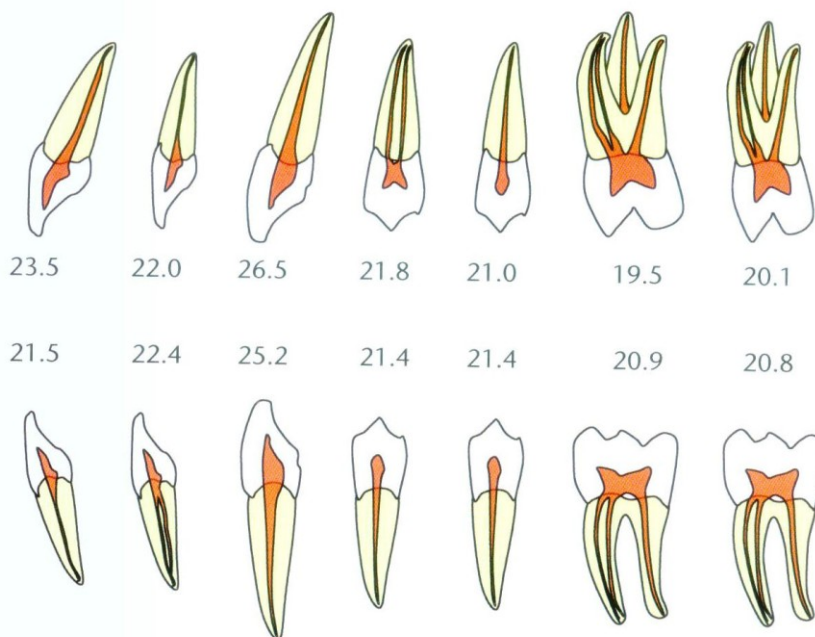


Abbildung 15: Durchschnittslängen von Wurzelkanälen⁴⁸

⁴⁸ Debelian, Endodontics manual for the general dentist 2005

Kavitätenpräparation und Wurzelkanalaufbereitung

Das Ziel einer jeden Wurzelkanalaufbereitung ist es, den Wurzelkanal bis zum Foramen physiologicum aufzubereiten und desinfizierbar zu machen. Hierzu gibt es mehrere Techniken, die den oft mühsamen Weg bis zur Wurzelspitze ermöglichen sollen.

Der erste Schritt jeder Wurzelbehandlung ist die Kavitätenpräparation. Hierbei wichtig ist ein ausreichender Zugang, der sowohl Übersicht, als auch einen möglichst geraden Zugang ermöglichen soll.

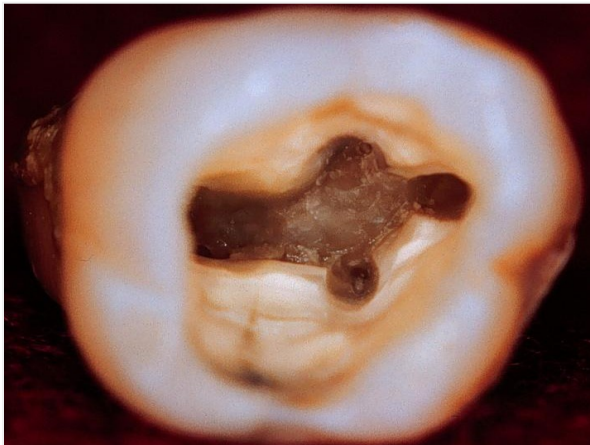


Abbildung 16: Kavitätenpräparation ⁴⁸



Abbildung 17: Ausreichender Zugang ⁴⁸

Auch hier ist das Wissen über die Anatomie bezüglich des Zugangs von großer Bedeutung, was das folgende Bild verdeutlicht.

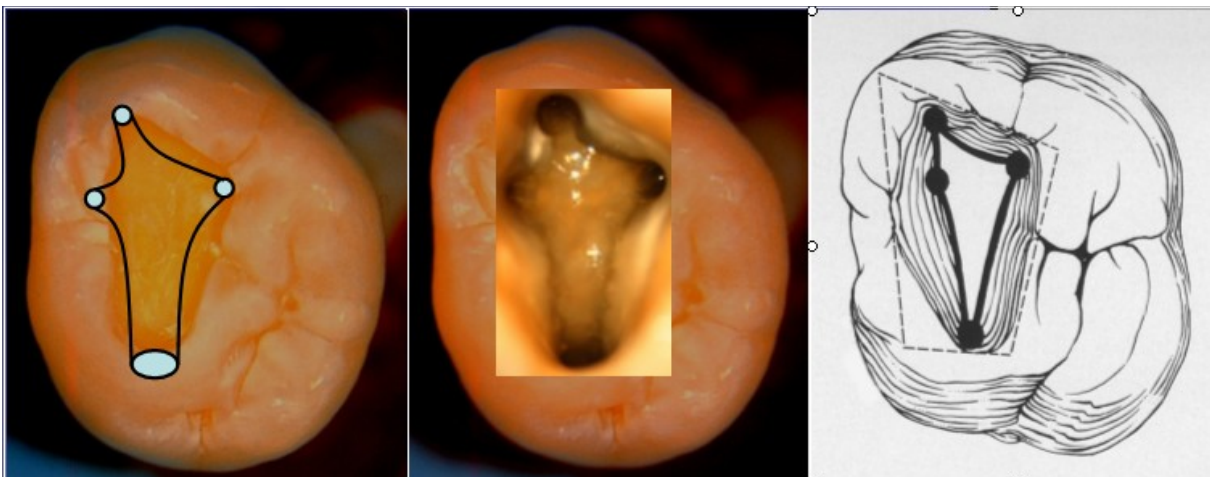


Abbildung 18: Anatomie der Wurzelkanäleingänge ⁴⁸

Nachdem ein ausreichender Zugang geschaffen worden ist, wird der Boden der Kavität mit Ultraschall gereinigt und die Kanaleingänge weiter freipräpariert.

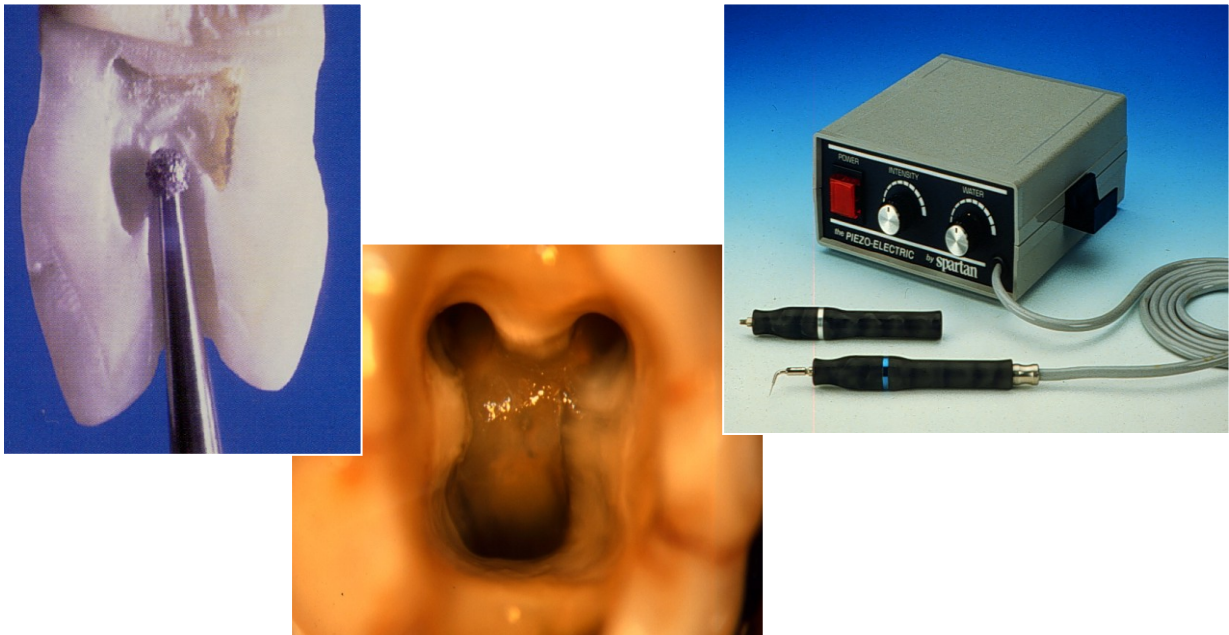


Abbildung 19: US-Kavitätenaufbereitung ⁴⁸

Nun beginnt die Kanalexploration, wobei mit dünnen Wurzelkanalinstrumenten versucht wird, sämtliche Kanaleingänge zu sondieren und Informationen über den Kanaldurchmesser zu ertasten. Empfohlen werden K-Feilen #10 und #15, die zuvor in Na-EDTA eingetaucht werden, um die Gleitfähigkeit zu erhöhen. Mit $\frac{1}{4}$ Drehungen wird nun mit stochernden Bewegungen so lange es leicht geht versucht, in die Kanäle zu gelangen. ⁴⁹

Größe und Krümmungsmerkmale der Kanäle bestimmen die anschließende Aufbereitungstechnik.

⁴⁹ C.Pertl: Fortbildung Endodontie konservativ, chirurgisch; Privatinstitut für Zahnmedizinische Fortbildung Graz

Bei der **Step back Technik** wird versucht, dem Kanal eine größere Konizität zu geben. Dies hat zur Folge, dass der Dentinabrieb leichter entfernbar, und der Kanal somit effizienter aufbereitet wird. Erreicht wird diese Kanalform, indem man schrittweise einen mm bei zunehmender ISO-Größe zurückgeht (Step-back). Letztlich müssen die auf Grund der Technik entstandenen Stufen mit einer Feile geglättet werden.

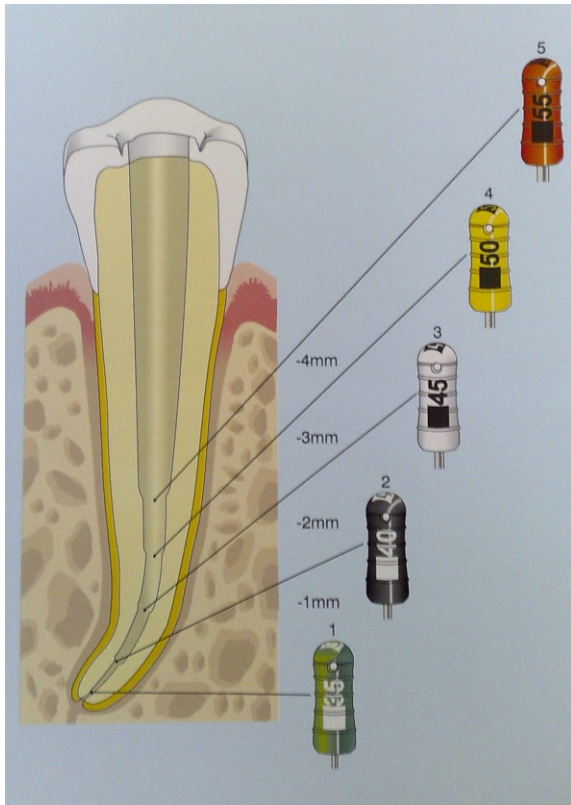


Abbildung 20: Prinzip der Step back Technik ⁵⁰

Für alle Aufbereitungstechniken gilt: Um Verblockungen durch die abgetragenen Dentinspäne zu vermeiden, sollte regelmäßig gespült werden. Hierzu werden vor allem Natriumhyperchlorid, Chlorhexidin oder Wasserstoffperoxyd in verschiedenen Konzentrationen verwendet. Außerdem sollten die Dreh- und Schleifbewegungen mit möglichst wenig Druck ausgeführt werden. ⁵¹

⁵⁰ Beer, Baumann: Endodontologie S. 122

⁵¹ C.Pertl: Fortbildung Endodontie konservativ, chirurgisch; Privatinstitut für Zahnmedizinische Fortbildung Graz



Abbildung 21: Verblockung des Kanals durch Dentinabrieb⁵²

Die so genannte **Balanced-Forced-Technik** kommt bei gekrümmten Wurzelkanälen zur Anwendung. Hierbei wird mit speziellen Drehtechniken der Feilen gearbeitet. Man benötigt hierzu Feilen mit nicht-schneidenden Spitzen, um den ursprünglichen Verlauf des Kanals möglichst nicht zu verändern. Dann wird mit $\frac{1}{4}$ Drehungen das Instrument in die Tiefe geführt. Eine $\frac{3}{4}$ Umdrehung unter Druck gegen den Uhrzeigersinn soll nun das Dentin schonend von der Kanalwand abkratzen und eine erneute $\frac{1}{2}$ Drehung im Uhrzeigersinn die abgeschabten Dentinspäne aufnehmen und durch das Herausziehen des Instruments abtransportiert werden. Abschließend wird wie bei der Step-Back-Technik der Kanal von apikal nach koronal erweitert.

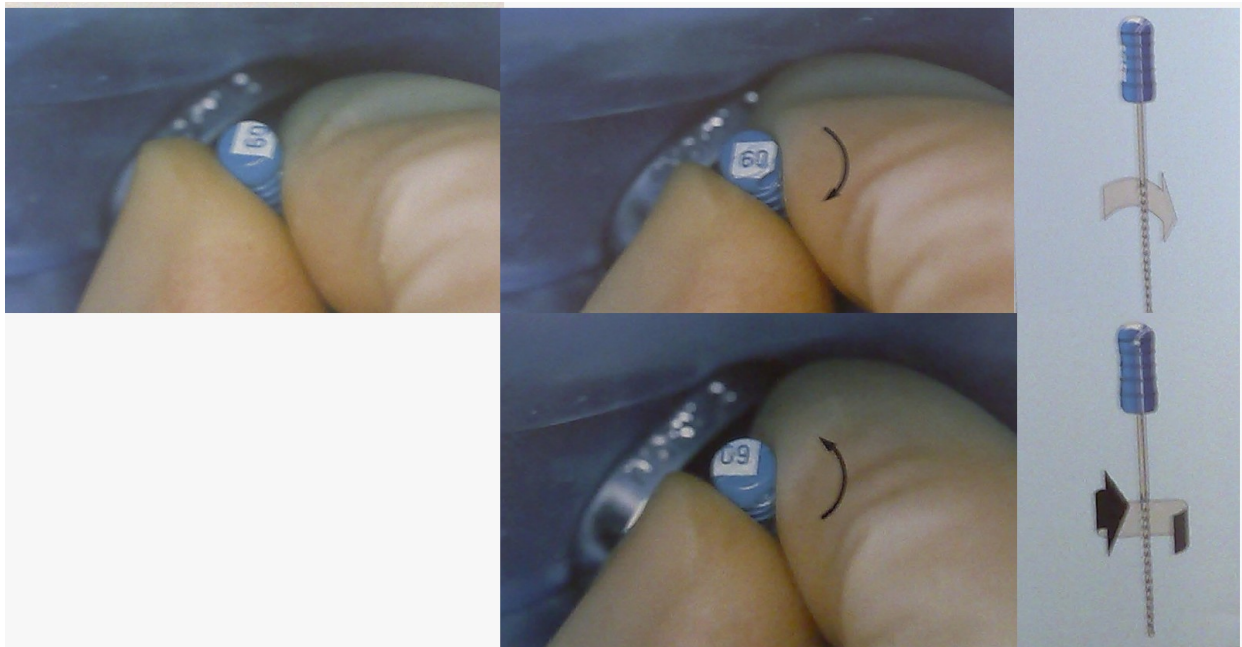


Abbildung 22: Balanced-Forced-Technik⁵²

⁵² Beer, Baumann: Endodontologie

Für alle Techniken gilt: Die Kanaleingänge sollten immer mittels Gates-Glidden-Bohrer begradigt und somit zugänglicher gemacht und geglättet werden. Dazu werden hauptsächlich Bohrer der Größen #4, #3 und #2 verwendet.

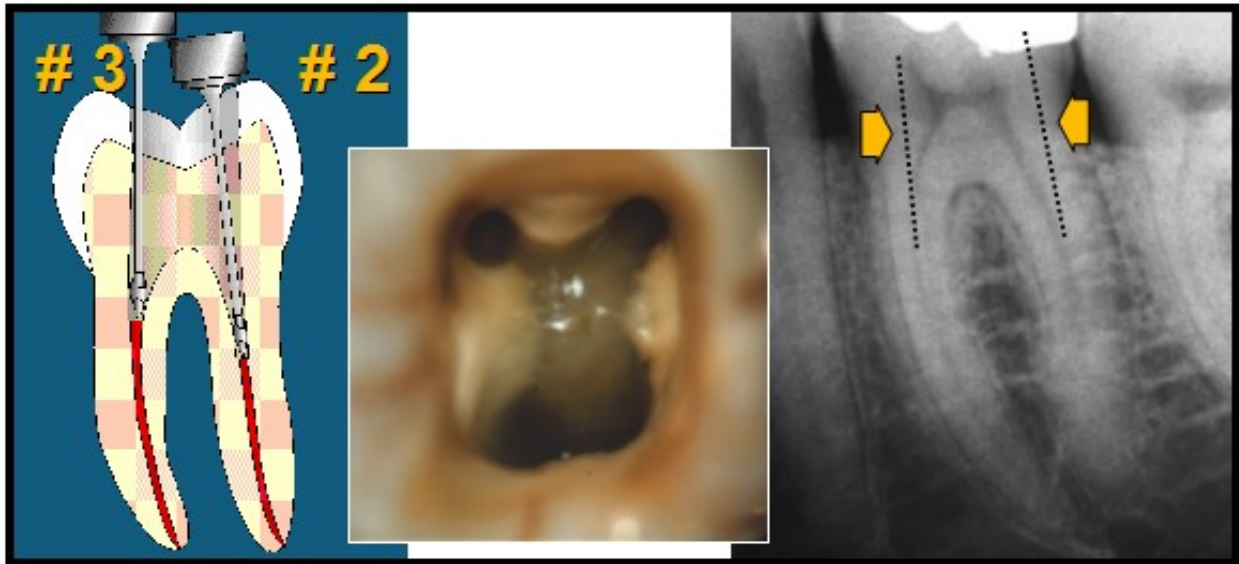


Abbildung 23: Schaffen eines möglichst geraden Zuganges⁵⁴

Eine weitere Technik ist die **Step-Down-Technik**. Sie folgt dem Prinzip, die Wurzelbehandlung von koronal aus zu beginnen, was der Verschleppung von Keimen in das periapikale Gewebe vorbeugen soll. So werden zuerst die koronalen $\frac{3}{4}$ des Wurzelkanals erweitert und gesäubert, anschließend die exakte Arbeitslänge bestimmt und wiederum mit der Step-Back-Technik beendet.

Weiters werden in der Literatur noch die **Crown-Down-Pressureless-Technik** und die **Double-Flare-Technik** beschrieben. Bei ersterer werden 16 mm des Kanals fertig aufbereitet und anschließend eine vorübergehende Arbeitslänge ermittelt. Danach wird mit abnehmendem Feilendurchmesser bis zur vorübergehenden Arbeitslänge aufbereitet. Zum Schluss wird die definitive Arbeitslänge ermittelt und diesmal mit aufsteigender Instrumentengröße präpariert. Die Double-Flare-Technik kombiniert die Crown-Down-Pressureless und die Step-Back-Technik miteinander.

Letztlich steht noch die **maschinelle Aufbereitungsmethode** zur Verfügung, die sich je nach System der oben genannten Techniken bedient. Hierzu wurden noch spezielle NiTi- Instrumente mit unterschiedlichen Tapern und ISO- Größen gefertigt.⁵³

Nach folgendem Schema sollte bei Wurzelbehandlungen immer vorgegangen werden:

⁵³ <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/08/08H027/t3.pdf>

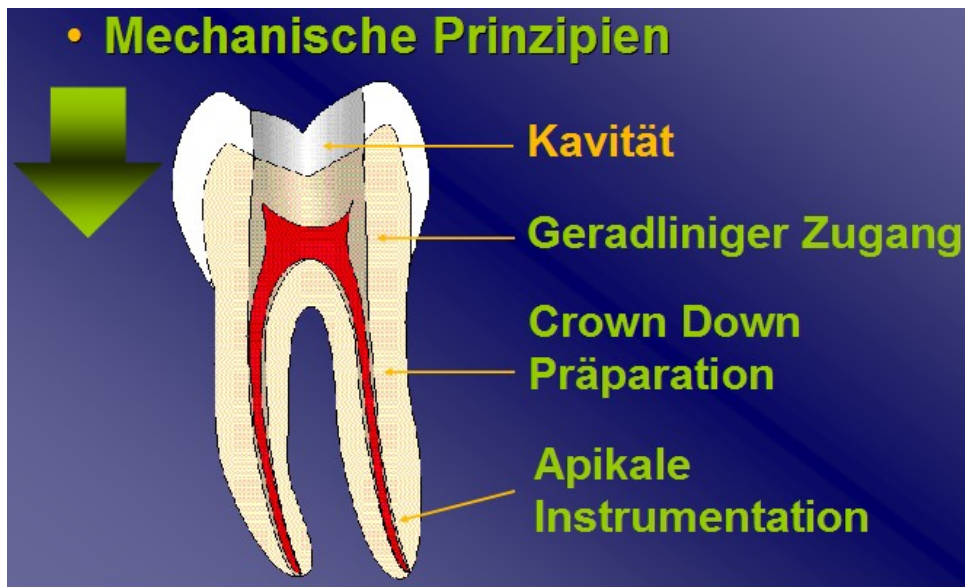


Abbildung 24: Endo-Instrumentation ⁵⁴

Längenbestimmung

Zur Bestimmung der exakten Wurzelkanallänge gibt es mehrere Möglichkeiten. Diese sind:

- Röntgen
- Elektronisch
- Taktil
- Papierspitzen
- PatientInnenempfindung

Jede dieser Methoden hat jedoch ihre Vor- und Nachteile. Beim Messröntgen stellen die auftretenden Strahlen, Überlagerungen bzw. Verzerrungen mögliche Probleme dar.

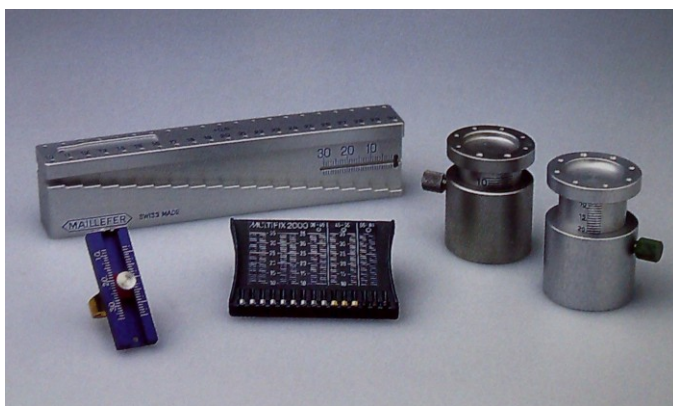


Abbildung 25: Längenmessequipment ⁵⁵

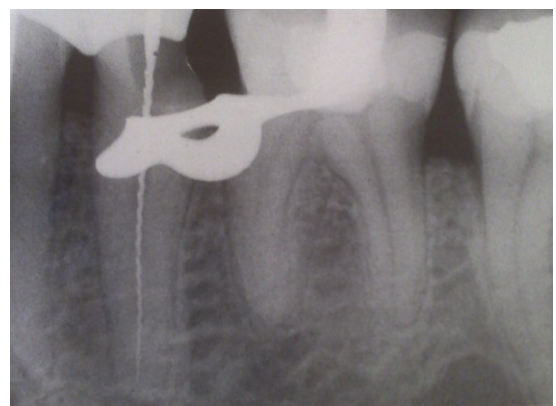


Abbildung 26: Messröntgen ⁵⁶

⁵⁴ C.Pertl: Fortbildung Endodontie konservativ, chirurgisch; Privatinstitut für Zahnmedizinische Fortbildung Graz

⁵⁵ Beer, Baumann: Endodontologie S. 108

Bei den elektronischen Längenmessgeräten können sich aufgrund von Metallen in der unmittelbaren Umgebung, bzw. anderer Fehler, die Messwerte verändern.

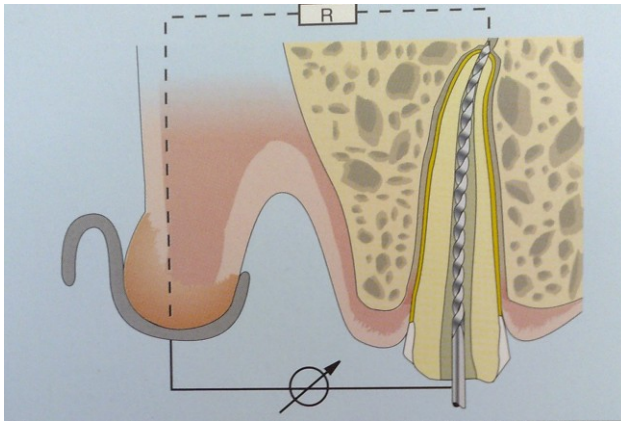


Abbildung 27: Prinzip der elektronischen Längenmessung⁵⁷

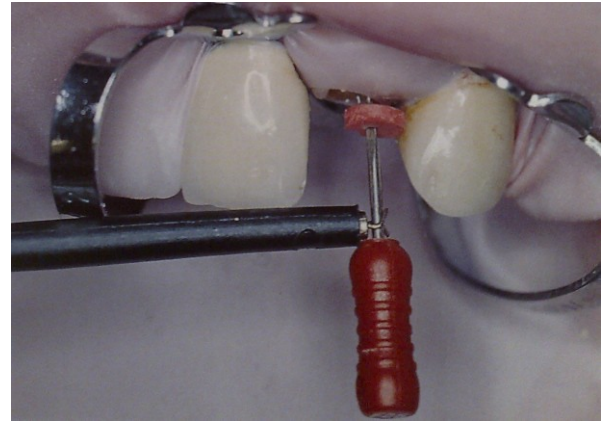


Abbildung 28: Elektronische Längenmessung⁵⁷

Diese Technik beruht auf der Widerstandsmessung zwischen zwei Elektroden, was aufgrund der unterschiedlichsten Gewebe in den unterschiedlichsten Situationen (Feuchtigkeit), keine 100%ige Genauigkeit zulässt. Bei trockenen Wurzelkanälen werden die korrekten Meßergebnisse mit 67 bis 90 % angegeben.⁵⁸ Vergleicht man das Meßröntgen mit den elektrischen Längenmessgeräten, so fällt dieser Vergleich mit 88,5% zu 73,1% Genauigkeit zu Gunsten des Röntgens aus.⁵⁹

Taktils Empfinden ist bei Wurzelbehandlungen ohnehin unerlässlich. Eine exakte Längenbestimmung ist jedoch etwaiger anatomischer Variabilitäten nicht immer möglich.

Eine Längenbestimmung mittels Papierspitzen, oder mit dem Empfinden der PatientInnen kann auch zu falschen Ergebnissen führen. Häufig ist dies der Fall, wenn es sich im Bereich der Wurzelspitze um eine zystische Läsion handelt, die das ortständige physiologische Gewebe verdrängt hat. Ein Zahn könnte sich somit trotz Überinstrumentation als nicht schmerzhaft darstellen. Auch das Blut an der Papierspitze, welches normalerweise auf das Erreichen des apikalen Foramens hindeutet, kann hierbei nicht als diagnostischer Hinweis verwendet werden.

Neben der exakten Längenbestimmung für eine perfekte Wurzelkanalbehandlung ist auch der Durchmesser der Wurzelfüllung von großer Wichtigkeit. Er wird einerseits von der Anatomie des Zahnes und andererseits vom Grad der Dentinerweichung bestimmt. Weiters von entscheidender Bedeutung ist die Spülbarkeit eines jeden Kanals. Sowohl Desinfektionsmittel, als auch Zwischeneinlagen sollten im gesamten Kanal bis zum Apex ihre Wirkung entfalten können.

Über durchschnittliche Aufbereitungsgrößen soll die nachfolgende Tabelle Aufschluss geben.

⁵⁶ Beer, Baumann: Endodontologie S. 121

⁵⁷ Beer, Baumann: Endodontologie S. 116

⁵⁸ Beer, Baumann: Endodontologie S. 117

⁵⁹ Hembrough et al. 1993 (Beer, Baumann: Endodontologie S. 117)

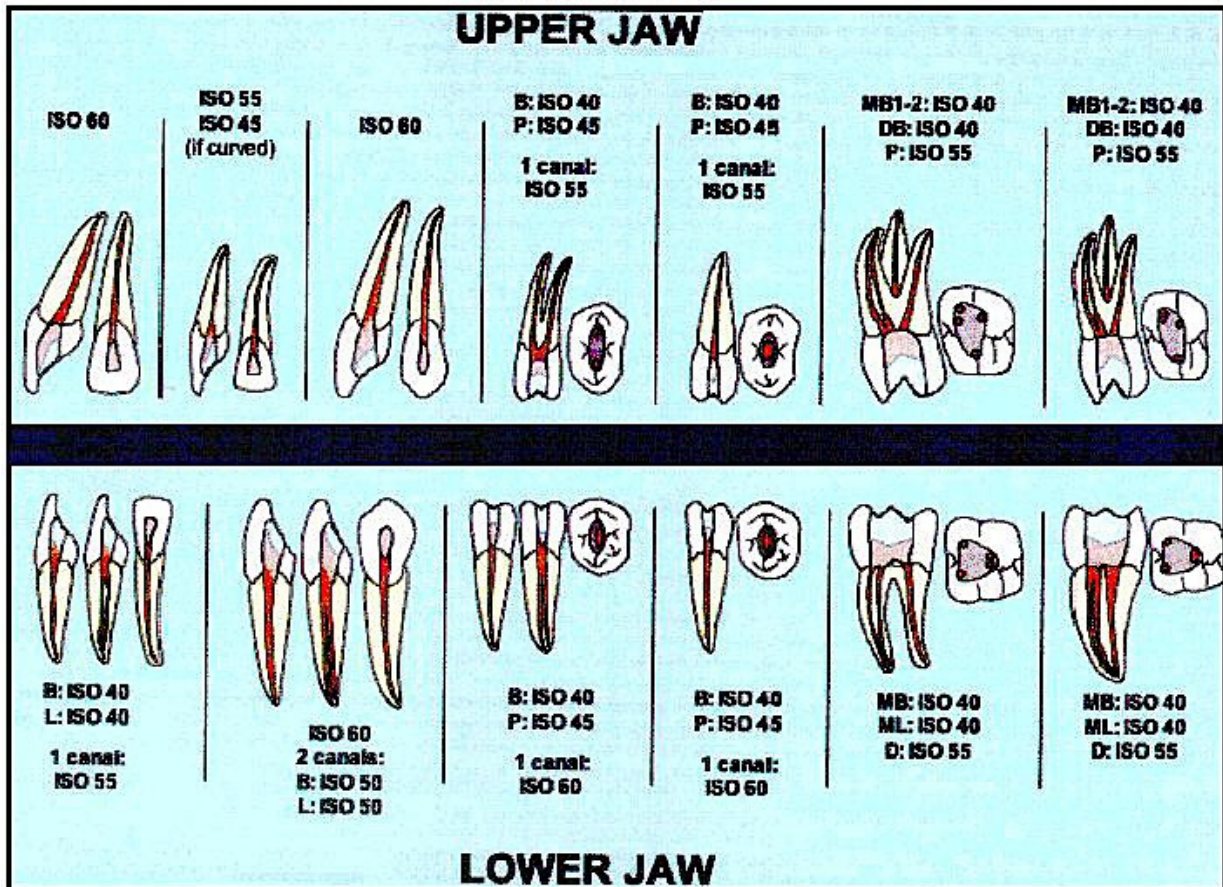


Abbildung 29: Empfohlene durchschnittliche apikale Aufbereitung⁶⁰

1.5 WSR Anforderung und Technik

Gerade der Bereich der chirurgischen Wurzelspitzenresektion unterliegt ständig neuen Erkenntnissen und Neuerungen, die im Wesentlichen die Wundheilung schneller und sicherer, einen Zugang bequemer und übersichtlicher, eine Säuberung genauer und schneller, die retrograde Füllung dichter und verträglicher, bzw. die Prognose des Zahnes günstiger machen sollen. Zu jedem dieser oben genannten Punkte gibt es nun mehrere Zugänge, die wiederum beliebig kombinierbar sind.

⁶⁰ Debelian, Endodontics manual for the general dentist 2005

Indikation ⁶¹

Eine Wurzelspitzenresektion ist indiziert, wenn konventionelle Eingriffe keinen Erfolg bringen, oder kein Erfolg erwartet werden kann. Prinzipiell jedoch gilt, dass eine konventionelle Therapie immer einer chirurgischen vorgezogen werden muss.

Folgende Probleme stellen eindeutige Indikationen dar:

- Persistierende periradikuläre Entzündung
- Persistierende radikuläre Zyste
- Extreme Wurzelkrümmung
- Corpus alienum
- Instrumentenbruch
- Wurzelfraktur
- Fausse route im apikalen Drittel
- Wurzelstifte die den Zugang verhindern

Präoperative Diagnostik

Die ausreichend gute präoperative Diagnostik ist im Hinblick auf eine optimale Wurzelspitzenresektion unerlässlich. Je besser der/die ChirurgIn über das Operationsgebiet schon vor dem Eingriff Bescheid weiß, desto besser kann er sich den Gegebenheiten intraoperativ anpassen.

Hierzu stehen den BehandlerInnen mehrere bildgebende Verfahren zur Verfügung. Sowohl das Kleinbild als auch das Orthopantomogramm zählen zur Standarddiagnostik. Bei komplexeren Fällen werden auch die Computertomographie, sowie die Magnetresonanz zur Einschätzung der Lage herangezogen.

Kontraindikation

Grossmann 1978 und Guldner 1982 beschrieben die Kontraindikationen von Wurzelspitzenresektionen. Hierzu zählen:

- Parodontale Abszesse
- Ausgeprägte Resorption des intraradikulären Knochens mehrwurzeliger Zähne
- Die Verbindung einer endodontisch apikalen Läsion und einer parodontalen Tasche
- Wurzelfrakturen

⁶¹ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

- Fausse route mit anderer Lokalisation, als dem apikalen Drittel.⁶²

Schnittführung⁶³

Bei der Schnittführung gibt es mehrer Punkte an die schon in der Planungsphase unbedingt gedacht werden muss.

So sollten die Schnittränder immer über intaktem Knochen zu liegen kommen.

Der/Die ChirurgIn muss maximalen Überblick sowohl über Operationsgebiet, als auch über die parodontale Situation haben.

Die Versorgung des Lappens muss immer gewährleistet sein und, die spätere Narbenbildung sollte keinen Einfluss auf Funktion und Ästhetik haben.

Weiters sollte auf etwaige Komplikationen wie z.B. Eröffnung der Kieferhöhle, Extraktionsindikation oder Exzision eines Bereiches gedacht werden.

Aufgrund der unzähligen Indikationen und individuellen Situationen der PatientInnen lässt sich erahnen, dass es den perfekten Schnitt nicht immer gibt. Und obwohl teils Kompromisse eingegangen werden müssen, stehen den ChirurgInnen im Wesentlichen nur eine handvoll verschiedener Schnittführungen zur Verfügung.

1.5.1.1 Volllappentechnik:

1.5.1.1.1 Zahnfleischrandschnitt mit vertikaler Entlastung

Der Zahnfleischrandschnitt nach Nowak-Peter wird meist an einem Ende, aber manchmal auch an beiden vertikal entlastet. Je nach vertikaler Entlastung spricht man bei einseitiger Entlastung von einem Winkelschnitt, bei doppelter Entlastung von einem Türflügelschnitt bzw. von einem Trapezschnitt, wenn die beiden Entlastungsschnitte divergierend verlaufen. Die Vorteile dieser Schnitttechniken sind mannigfaltig. So wird z.B. bei Fenestrationen des bukkalen Knochens aufgrund von Zysten, oder bei hoher Wahrscheinlichkeit die Kiefer- bzw. Nasenhöhle zu eröffnen, verhindert, dass die Wundränder über einem Knochendefekt zu liegen kommen.

⁶² Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

⁶³ K.Schroll G.Watzek: Zahnärztliche Chirurgie

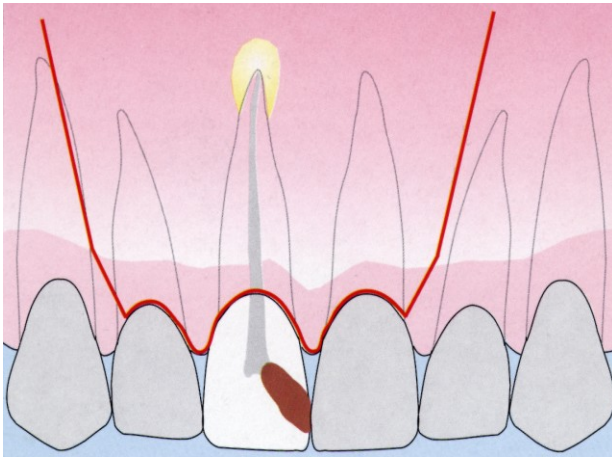


Abbildung 30: Schnittführung bei der Vollappentechnik ⁶²

Weiters ist er ohne großen Aufwand erweiterbar und bietet auch nach Extraktion eines Zahnes optimale Wundversorgungsmöglichkeit, bzw. können parodontal-chirurgische Operationen gleichzeitig durchgeführt werden.

Als Kontraindikation des Zahnfleischrandschnittes müssen schlechte parodontale Zustände genannt werden, da sie Rezessionen zur Folge haben könnten. Auch die Gefahr der Entstehung eines subperiostalen Hämatoms, das aufgrund der straffen Gingiva oft nur aktiv zum Abfließen gebracht werden kann, muss an dieser Stelle erwähnt werden.

1.5.1.2 Limitierte Mukoperiostlappen:

1.5.1.2.1 Vertikaler Schnitt nach Eskici

Der vertikale Schnitt nach Eskici kommt vor allem bei kleinen Läsionen, wie z.B. einer chronischen apikalen Parodontitis, oder auch bei kleinen radikulären Zysten zum Einsatz. Es handelt sich - wie der Name schon sagt - um einen vertikalen Schnitt, der zuerst die Durchtrennung der Schleimhaut und erst in einem zweiten Zug die Spaltung des Periosts vorsieht.

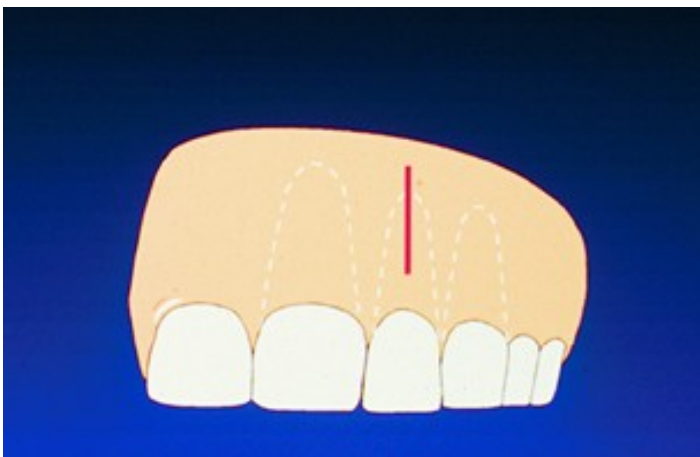


Abbildung 31: Schnitttechnik nach Eskici ⁶²

Dies hat sowohl den Vorteil von versetzten Wundrändern, als auch einer doppelten Naht, die die Knochenwunde dicht von der Mundhöhle abgrenzt. Prinzipiell sollte der vertikale Schnitt, laut seinem Erfinder Univ. Prof. Eskici, distal der Läsion angelegt werden. Bei distal gelegenen Läsionen bzw. zwei betroffenen Zähnen, kann man den Schnitt auch mesial oder zentral zwischen den betroffenen Zähnen führen. Sollte sich die Läsion größer als erwartet darstellen, lässt sich der Schnitt auch mit einem Zahnfleischrandschnitt kombinieren. Als weitere Indikationen für den Eskicischnitt sind noch die Entfernung von Wurzelfüllmaterialien, Wurzelresten, frakturierten Instrumenten oder Stiftresten im apikalen Bereich zu nennen. Vorteile dieser Schnitttechnik sind die geringe Blutung, gute Übersicht bei kleinem Zugang, einfache Mobilisation der Gewebe und Nahtlegung, Erweiterbarkeit durch einen Zahnfleischrandschnitt, sowie dem Ausbleiben von Nahtdehiszenzen und Narbenbildung.

1.5.1.2.2 Bogenschnitt nach Partsch

Beim Bogenschnitt nach Partsch wird ein Lappen mit breiter Basis im Vestibulum gebildet, dessen Konvexität den Zähnen zugewandt ist. Deshalb kann der Lappen gemeinsam mit den Weichgeweben vom Operationsgebiet ferngehalten werden. Die Gefahr dieser Schnitttechnik ist einerseits die erschwerte Nahtlegung, welche unter Umständen sogar ein Ausreißen der Wundränder zur Folge haben kann, andererseits die Position der Wundränder über dem Knochendefekt, was auch bei Beteiligung der Kieferhöhle zu Komplikationen führen kann. Weiters resultiert aus der Durchtrennung der Gewebefasern, entgegen deren Faserrichtung, eine verstärkte Narbenbildung. Nekrosen aufgrund mangelnder Versorgung sind laut Literaturangaben nicht zu erwarten.

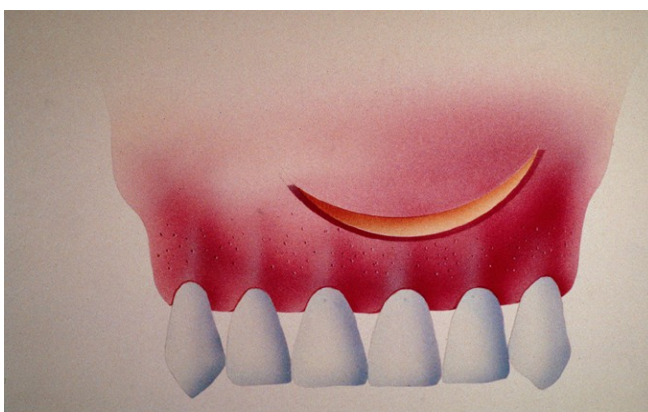


Abbildung 32: Schnitttechnik nach Partsch ⁶²

1.5.1.2.3 Bogenschnitt nach Pichler

Der Bogenschnitt nach Pichler ist dem Bogenschnitt nach Partsch entgegengesetzt. Seine Basis befindet sich zu den Zähnen gerichtet, die Konvexität verläuft ins Vestibulum. Vorteil dieses Schnittdesigns ist die erleichterte Nahtversorgung und deren stärkerer Halt. Nachteilig wird

jedoch zusätzlich zu den allgemeinen Nachteilen der Bogenschnitte, die temporäre Fixierung des Lappens während der Operation beschrieben.

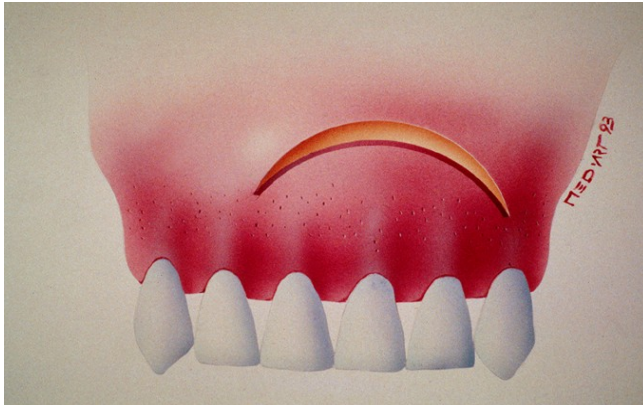


Abbildung 33: Schnitttechnik nach Pichler ⁶²

Im Großen und Ganzen ist der Bogenschnitt nach Pichler heutzutage obsolet und wird nahezu vollständig durch den Zahnfleischrandschnitt nach Nowak-Peter mit vertikaler Entlastung ersetzt.

1.5.1.2.4 Doppellappenschnitt nach Czerneyei

Der Doppellappenschnitt nach Czerneyei ist spezielles Lappendesign, das in Ausnahmefällen zur Anwendung gebracht werden kann. Hierbei werden zwei separate Lappen, einer bestehend aus der Mukosa, der andere aus Knochen und Periost, gebildet. Dies hat den Vorteil, dass bei Regeneration eines Hohlraumes dieser allseitig von Knochen umgeben ist. Diese Verfahren lassen sich aber nur anwenden, wenn die Situation die Bildung eines Knochenfensters zulässt.

1.5.1.2.5 Der paramarginale Schnitt nach Ochsenbein-Lübke

Als letzte Schnitttechnik ist noch der paramarginale Schnitt nach Ochsenbein-Lübke zu nennen. Hierbei ist besonders auf den Abstand zum Zahnfleischrand zu achten. Dieser sollte nämlich nicht größer als 2-3mm sein, da sonst eine Versorgung von palatinal nicht mehr gewährleistet werden kann. Weitere Nachteile sind neben der bereits erwähnten Mangelversorgung eine erschwerte Nahttechnik und eine mangelnde Übersicht über die parodontale Situation. Von Vorteil sind die Schonung und die Erhaltung sowohl der Form, als auch der Struktur der marginalen Gingiva.

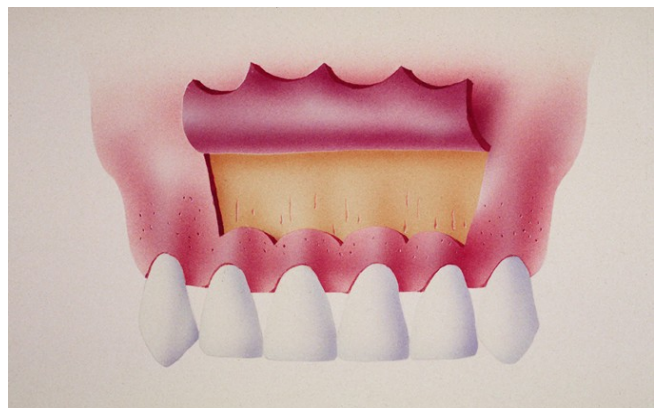


Abbildung 34: Schnitttechnik nach Ochsenbein-Lübke ⁶²

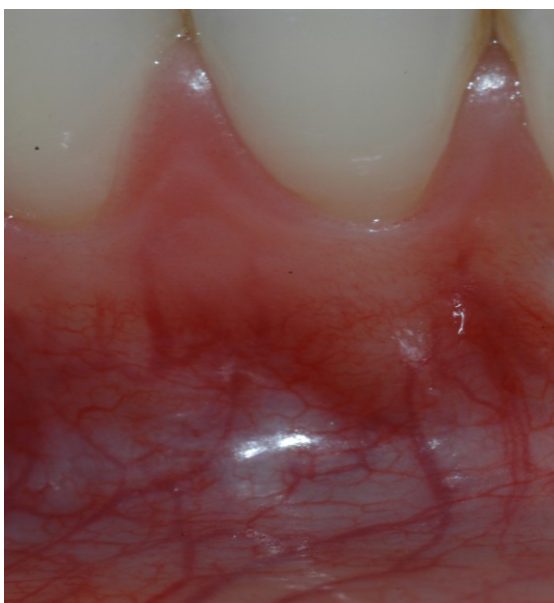
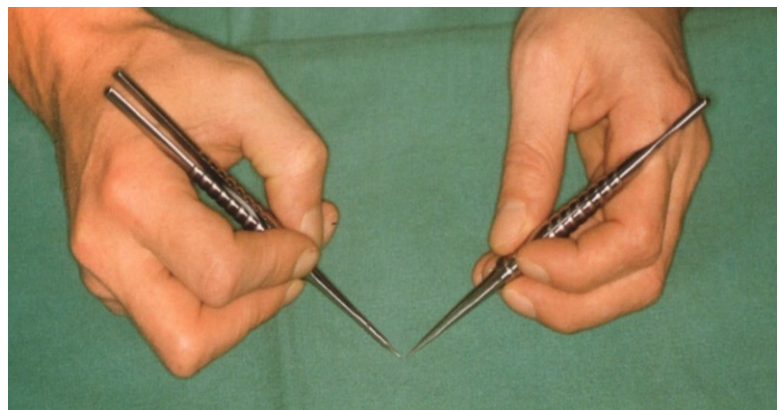
Alle oben genannten Schnittdesigns unterliegen jedoch allgemeinen Prinzipien, die sowohl die Schnitttechnik als auch das postoperative Schleimhautmanagement wesentlich verbessern können. Generell können 10 wichtige Teilaspekte betont werden:



1.)

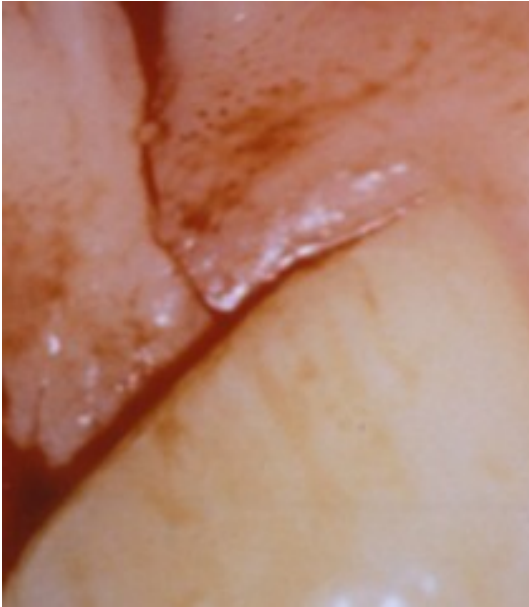
Für ein optimales Weichteilmanagement sind optische Vergrößerung und gute Beleuchtung grundlegende Voraussetzungen in heiklen, ästhetisch anspruchsvollen klinischen Situationen.

2.) Der/Die OperateurIn muss ausreichendes Geschick, Erfahrung und Wissen haben, über ein mikrochirurgisches Instrumentarium verfügen, und entsprechendes Nahtmaterial sowie eine Lupenbrille verwenden.



3.)

Vertikale Schnitte sind zu bevorzugen, da Gefäße, Nervenfasern, kollagene und elastische Fasern auf den Zahnfleischrand zulaufen. So kann das Trauma minimiert werden.



4.)

Am Zahnfleischrand enden Schnitte im rechten Winkel, damit die Wundränder optimal ernährt werden. Somit können Rezessionen minimiert werden



5.)

Bei der Ablösung von interdentalen Papillen muss die Schneide des Skalpells in Richtung der Spitze der Papille geführt werden. Somit kann die Papille sauber ausgeschnitten werden und Schnittverletzungen des bukkalen Zahnfleischrandes werden vermieden.



6.)

Krestale Schnitte haben sich sehr bewährt. Wichtig ist bei atrophen spitzen Alveolarkämmen, dass die Skalpell-Klinge leicht nach bukkal geneigt wird, damit man nicht in das linguale Vestibulum abgleitet. Die Komplettierung des Schnittes am Zahnhalbes des randständigen Zahnes erfolgt von bukkal und lingual.



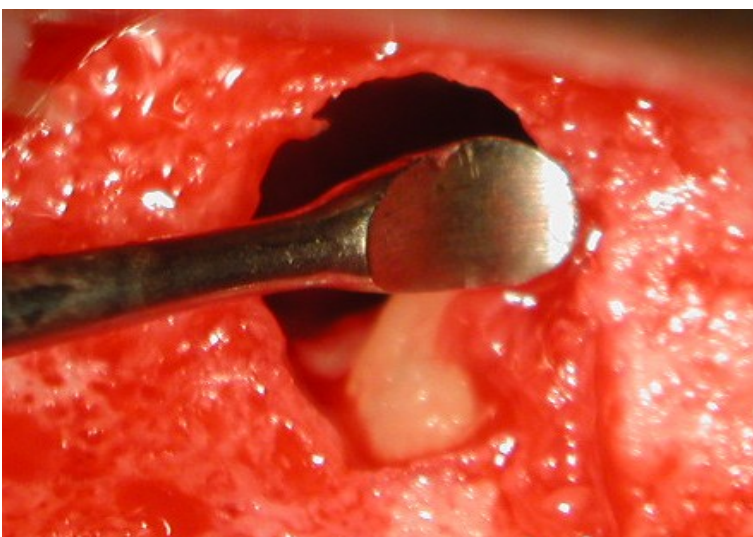


7.)

Eine Mobilisierung des Weichteilgewebes nach mesial ist nicht sinnvoll und würde die Wundheilung erschweren. Was nicht aufgeklappt werden muss, bleibt attached.

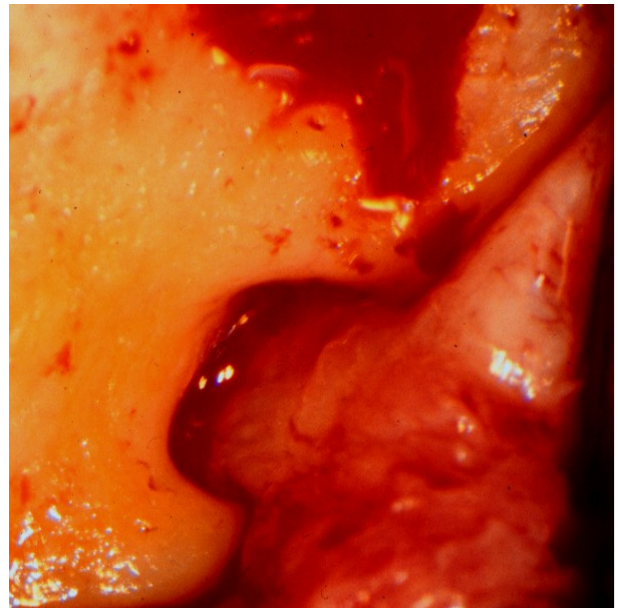
8.)

Bei der Abpräparation des Mukoperiostlappens hat das Rasparatorium immer Knochenkontakt. Ein intaktes Periost und wenig traumatisiertes Weichteil-Gewebe ist die beste Voraussetzung für eine optimale Wundheilung. Das Gleiche gilt für die Ausschälung von Zysten oder Granulationsgewebe. Die Spitze des Exkavators oder Scharfen Löffels ist während der Abpräparation in Kontakt mit dem Knochen.



9.)

Nervenverletzungen des Nervus mentalis haben verschiedene Ursachen. Falsche Schnittführung und traumatische Weichteilretraktion sind häufige Gründe für solche Schädigungen.



10.)

Schließlich ist für eine gute Wundheilung ein sorgfältiges postoperatives Wundmanagement von eminenter Bedeutung. Dies beginnt mit einer Kompression der Wundfläche mit einem feuchten Tupfer (Austrocknung führt zu erosiven Verletzungen) und endet bei einer exakten Mundhygiene und Wundreinigung mit Chlorhexidin und Wattestäbchen durch die PatientInnen.⁶⁴

⁶⁴ C. Pertl; Privatinstitut für Zahnmedizinische Fortbildung Graz

Lappenpräparation

Bei der Lappenpräparation gibt es ebenfalls Standards, die - so möglich, eingehalten werden sollen. Begonnen wird mit dem marginalen bzw. mit dem krestalen Schnitt. Wichtig dabei ist immer ausreichend Druck, um wirklich alle Schichten zu durchtrennen. Gleiches gilt für die darauf folgende vertikale Entlastung.

Für ausreichenden Weichteilschutz muss während der gesamten Operation immer gesorgt werden.



Abbildung 35: Falsche Technik ⁶⁵

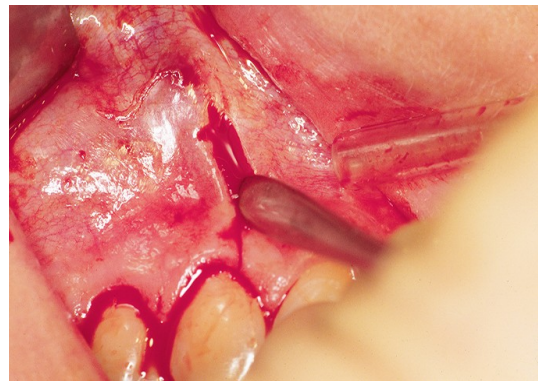


Abbildung 36: Richtige Technik ⁶⁵

Mit der Mobilisierung des Muko-periostlappens wird von der vertikalen Entlastung und nie von marginal aus begonnen.

Entscheidend hierbei ist die stets streng sub-periostale Lage des Instrumentariums. Befindet man sich in der richtigen Schicht, ist das Abschieben des Lappens auch stumpf möglich.

⁶⁵



Abbildung 37: Stumpfe Präparationstechnik ⁶⁵

⁶⁵ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

Darstellung der Wurzelspitze

Der Apex lässt sich oft sehr einfach lokalisieren, vor allem, wenn bereits ein Knochendefekt in der Region besteht. In anderen Fällen bedarf es einigen Know Hows um die genaue Position zu bestimmen. Hilfreich erweist sich die Längenbestimmung mit Hilfe eines Wurzelkanalinstruments bzw. die Einteilung des Zahnes in Drittel gemäß der 2/3 Regel.



Abbildung 38: Darstellung der Wurzelspitze ⁶⁶

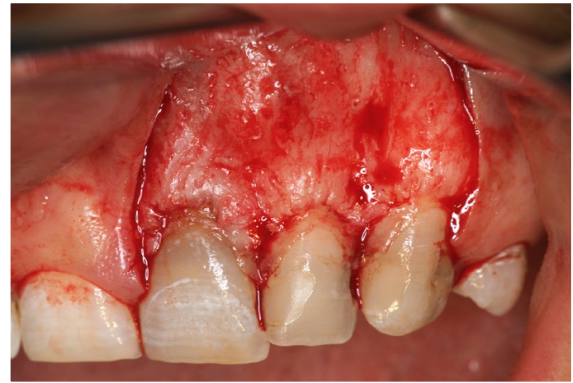


Abbildung 39: Anwendung der 2/3 Regel ⁶⁶

Die Freilegung der Wurzelspitze erfolgt sowohl mit rotierenden Instrumenten, als auch mit Handinstrumenten. Zuerst wird der Knochen mit einer großen Rose entfernt, bis die Wurzel deutlich sichtbar ist. Anschließend wird mit einer kleinen Rose (skelettierende Methode) die Wurzelspitze umbohrt und dargestellt.

Die Apektomie erfolgt mit Hilfe eines zarten Fissurenbohrers. Laut Literaturangaben gilt es, die Wurzel um 3 mm zu kürzen, da sich in diesem apikalen Wurzelabschnitt 98% der Ramifikationen befinden. ⁶⁶

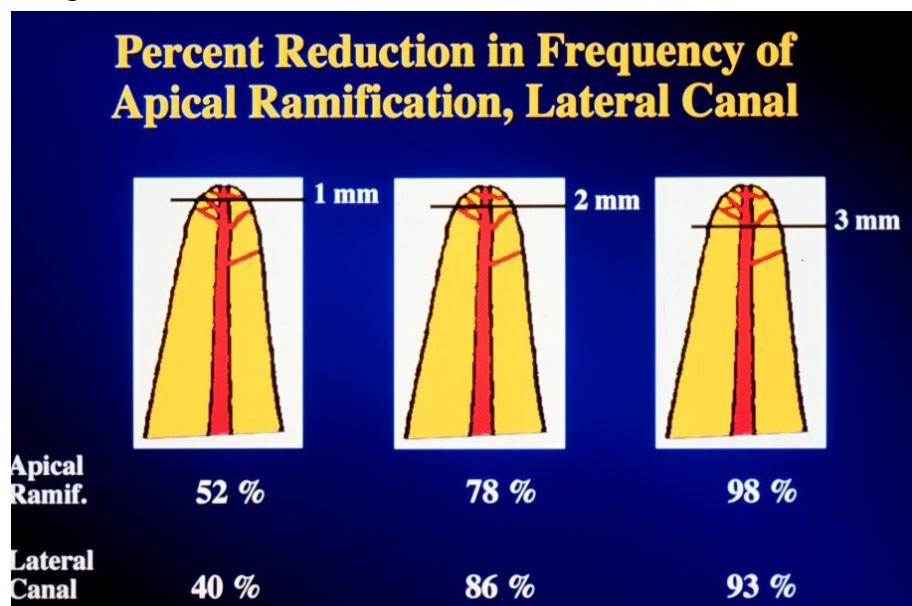


Abbildung 40: Vorkommen von Seitenkanälen um die Wurzelspitze ⁶⁵

⁶⁶ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

Hämostase

Die Hämostase - und somit ein blutleerer Operationsbereich - sind für den Erfolg einer guten Wurzelspitzenresektion entscheidend. Ohne ausreichende Blutstillung kann von einer hohen Misserfolgsrate ausgegangen werden. Mit Blut vermischte Füllungen, haben keine brauchbare Dichtheit und sollen deshalb bei retrograden Füllungen unbedingt verhindert werden. Dazu stehen den ChirurgInnen mehrere Techniken zur Auswahl.

Schon **präoperativ** sollte ein Lokalanästhetikum mit Vasokonstriktor zum Einsatz kommen. Adrenalinkonzentrationen von 1:100.000 oder 1:50.000 können hierbei in Betracht gezogen werden. Aber auch durch die Applikationstechnik lassen sich bereits Blutungen vermeiden. So soll möglichst nicht in die Muskulatur injiziert werden, da dies über die Aktivierung der β^2 -Rezeptoren zu Vasodilatation und vermehrter Durchblutung des Gewebes führt. Selbst die Geschwindigkeit mit der injiziert wird, hat Auswirkung auf die Blutung. Es sollte pro Minute maximal eine Zylinderampulle (ca. 1.8 ml) verabreicht werden. Klar ist auch, dass keine Leitungsanästhesie, sondern nur lokal verabreichtes Anästhetikum blutgerinnungshemmende Wirkung erzielt, und dass eine ausreichende Hämostase erst nach ca. 10 min erwartet werden kann.

Um **intraoperative** Blutungen, die trotz korrekt verabreichter Lokalanästhesie auftreten, stoppen zu können, stehen den OperateurInnen mehrere Varianten zur Auswahl. Lokal applizierte Vasokonstriktoren, mechanische Blutstillung oder auch absorbierbare Hämostyptika werden in der Literatur als bewährte Techniken angegeben.

Bei den Vasokonstriktoren bieten sich Stryphnongaze, die selbst adrenalinhältig sind, bzw. Epinephrin-Pellets, in Adrenalin getränkte Wattekugeln oder Eisensulfatgel an. Alle drei Präparate sollten eine Minute lang auf die Blutung, bzw. in die Resektionshöhle gepresst werden.

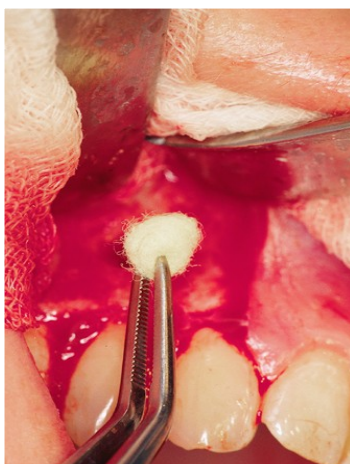


Abbildung 41: Epinephrin-Pellets werden in die Resektionshöhle gepresst ⁶⁶



Abbildung 42: ViscoStat (Eisensulfat) dient der Verschorfung der Resektionshöhle ⁶⁶



Abbildung 43: Stryphnongaze werden geschnitten und in 3%igen Wasserstoff getaucht ⁶⁶

Als mechanische Blutstillung kommen das Knochenwachs oder Hammer und Meißel in Frage. Mit Knochenwachs werden die eröffneten Gefäße zugestopft, mit dem Meißel Arteriolen verklopft, was beides hohe Effizienz beweist.

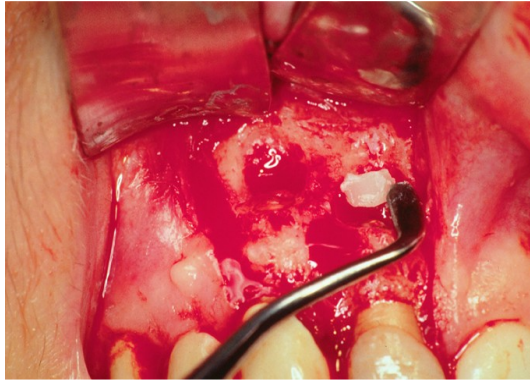


Abbildung 44: Einbringen von Knochenwachs in die Resektionshöhle ⁶⁶

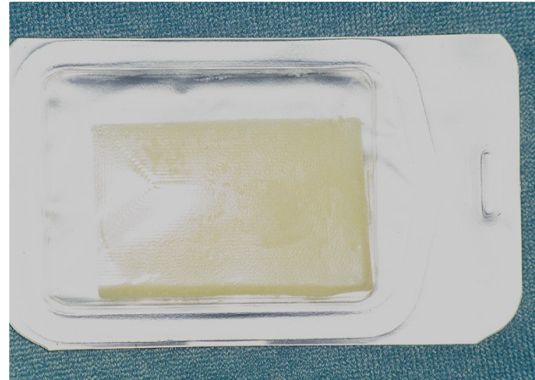


Abbildung 45: Knochenwachs steril verpackt ⁶⁶

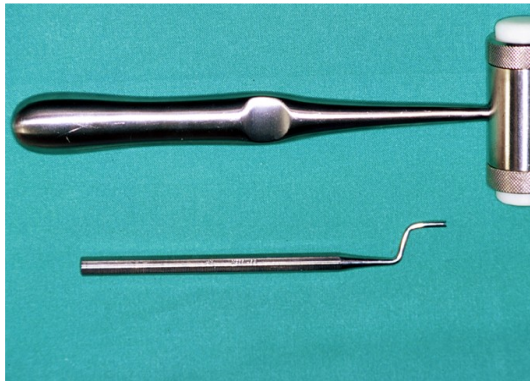


Abbildung 46: Hammer und Meißel zum Verklopfen von Arteriolen ⁶⁶

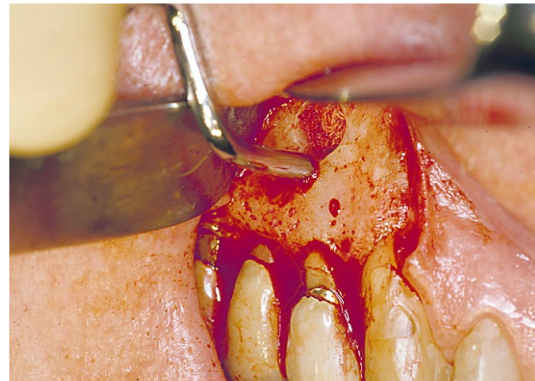


Abbildung 47: Verklopfen einer Arteriole mittels Flachmeißel und Hammer ⁶⁶

Bei den absorbierbaren Hämostyptika kommen einerseits Kollagen-, andererseits Zelluloseprodukte zum Einsatz. Erstere wird aus Pferdesehnen gewonnen, ist sehr teuer, aber hoch wirksam.



Abbildung 48: Zellulosepräparat zur Blutstillung ⁶⁶



Abbildung 49: Lysostyptmembran ist hoch potent und lässt sich als Notfallpräparat gut lagern ⁶⁶

Ultraschall Aufbereitungstechnik

Die Einführung der US-Aufbereitungstechnik in die Oralchirurgie brachte viele Vorteile in der retrograden Aufbereitung und steigerte die Erfolgsrate der Wurzelspitzenresektionen im Mittel um 25 %.

Als Vorteile sind zu nennen:

- Einfache vollständige Entfernung von Füllungsrückständen bzw. erweichtem Dentin
- Glatte Dentinwände
- Kleine Zugangskavität nötig
- Flacher Winkel zur Abschrägung, somit nur gering eröffnete Dentintubuli
- Präparation parallel zur Wurzelachse (keine unberührten Nischen)
- Perforationsrisiko gering
- Aufbereitung des Kanals in der Länge des Arbeitsteils
- Guter Zugang bei anatomisch schwierigen Situationen

Als nachteilig sind der größere Geräteaufwand, eine verlängerte Präparationszeit und schlechtere Sichtverhältnisse zu nennen. Letztere stellen jedoch seit der Einführung der optischen Vergrößerungshilfen kein Problem mehr dar.

Wichtig bei der Handhabung der US-Geräte ist ein druckloses Arbeiten ohne Kontakt der schwingenden Spitze zu anderen Instrumenten. Dies verringert die Effizienz der Reinigung deutlich. Weiters begünstigen ständig kreisende und axiale Bewegungen den Abtransport der entfernten Materialien.

Unter Beachtung der oben genannten Punkte sollte eine mühelose retrograde Aufbereitung des Wurzelkanals (apikale 3mm) möglich sein.^{67 68 69}

Mikroskop und orale Mikrochirurgie

Vor bereits 30 Jahren hielt das Mikroskop Einzug in die allgemeine Chirurgie. Doch erst vor knapp 10 Jahren wurde es im zahnärztlichen Betätigungsfeld eingeführt. Es war der Beginn und Grundstein der oralen Mikrochirurgie. Diese basiert nach wie vor auf den drei technischen Hauptpfeilern Vergrößerung, Beleuchtung und mikrochirurgisches Instrumentarium. Gerade für

⁶⁷ Dr. Weiss-Faller: retrograde Wurzelspitzenresektion mittels Ultraschall; Universitätsklinik Heidelberg (<http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/1764.pdf>)

⁶⁸ Dr. Thea Lingohr, Dr. Jörg Neugebauer, Dr. Jakob Rosenbohm, Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim. E. Zöller/Köln; Wurzelspitzenresektion unter ausgewählter Therapie; (<http://www.helbo.at/datasheets/LJ0109.pdf>)

⁶⁹ Wurzelspitzenresektion: Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl

die Operationstechniken der Wurzelspitzenresektionen, aber auch für die Endodontie allgemein ist die Mikrochirurgie von großer Bedeutung. Eine Tabelle von Prof. Kim verschafft einen Überblick über die Unterschiede gegenüber der traditionellen Chirurgie.

Tabelle 4: Vergleich traditioneller- mit Mikro-Chirurgie ⁷⁰

PROCEDURE	TRADITIONAL SURGERY	MICROSURGERY
Identification of the apex	Difficult	Precise
Osteotomy	Large (10mm)	Small (5mm) ^{71 72 73}
Root surface inspection	None	Always
Bevel angle	Large (45°)	Small (<10°)
Isthmus identification	Nearly impossible	Easy
Retropreparation	Approximate	Precise
Root end filling	Imprecise	Precise

Die Vorteile eines Mikroskops, nämlich perfekte Beleuchtung und Vergrößerungen von 3 bis zum 30 fachen erlauben höhere Erfolgsraten ⁷⁴. Selbst die postoperativen Schmerzen wurden als geringer angegeben ⁷⁵. Bei 67% der PatientInnen fielen die postoperativen Schmerzen unerwartet gering aus ⁷⁶. Weiters bieten manche Mikroskope auch der Assistenz die Möglichkeit, mittels separater Okulare idealen Blick auf das Operationsgebiet, bzw. können eingebaute Videomodule den Operationsverlauf dokumentieren. ⁷⁷

⁷⁰ Kim: Mikrosurgery in endodontics

⁷¹ Rubinstein RA and Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod 2002;28:378-383

⁷² Arens DE. Introduction to magnification in endodontics. J Esthet Restor Dent. 2003;15:426-439

⁷³ Testori T, Capelli M, Milani S and Weinstein RL. Success and failure in periradicular surger. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999;87:493-498

⁷⁴ Dummer PM, Alodeh M and Doller R. Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. Int Endod J. 1989; 22:211-215

⁷⁵ Pecora G and Andreana S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993;75:751-758

⁷⁶ Iqbal MK and Ku J. Instrumentation and obturation of the apical third of root canals: addressing the forgotten dimension. Compend Contin Educ Dent. 2007;28:314-320

⁷⁷ Syngcuk Kim; Mikrosurgery in endodontics

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung von Studien, die über die Erfolgsquoten von Wurzelspitzenresektionen unter Verwendung von Vergrößerungshilfen berichten.

Tabelle 5: Erfolgsquoten von Wurzelspitzenresektionen unter Verwendung einer Vergrößerungshilfe

Autor	Jahr	Anzahl der Zähne	Erfolgswahrscheinlichkeit	Nachuntersuchungszeit
Rud et al	2001	417	92,5%	8 – 12 Jahre
Rubinstein & Kim	2002	59	91,5%	5 Jahre
Vallencillo et al.	2002	29	82,7%	1 Jahr
Maddalone et al.	2003	120	92,5%	3 Jahre
Taschieri et al.	2006	71	92,95%	1 Jahr

Ohne Vergrößerungshilfen konnte lediglich in 59% der Fälle von Erfolg gesprochen werden ⁷⁸.

Füllungsmaterialien

Die Frage nach dem perfekten Füllungsmaterial ist seit den großen Fortschritten der Mikrochirurgie immer größer geworden. Fakt ist, dass eine dichte retrograde Füllung neben der perfekten Reinigung, einer korrekten Präparations- und Füllungstechnik mitunter das Wichtigste für den Erfolg einer Wurzelspitzenresektion ist. Aber nicht nur Dichtheit, sondern eine Vielzahl anderer Faktoren werden von Füllungsmaterialien gefordert.

Folgende Eigenschaften sollte das ideale Füllungsmaterial aufweisen:

- Dichtheit
- Hohe Gewebstoleranz (v. a. periapikales Gewebe)
- Nicht toxisch, nicht kanzerogen
- Bakterizide bzw. bakterio-statische Wirkung
- Haftverbund mit Zahn
- Dauerhafte Volumen- und Materialstabilität
- Leicht zu handeln und einfach zu bekommen
- Keine Verfärbungen (Zahn, Gewebe)
- Nicht korrosiv
- Unlöslich

⁷⁸ Hepworth MJ and Friedmann S treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. J Can Dent Assoc 1997;63:364-371

- Elektrochemisch inaktiv
- Indizieren die Zementogenese
- Einfache Handhabung
- Ideale Verarbeitungszeit
- Unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit
- Röntgendicht
- Leistbar

Unter den vielen retrograden Füllungsmaterialien wie z.B. Amalgam, Gutta-Percha, Stopfgold, Komposit-Harze, Aluminiumoxidkeramikstifte, Glasionomerezement, Zinkoxideugenolzement und Mineral-Trioxid-Aggregate, bleiben aufgrund der oben genannten Forderungen lediglich zwei Substanzgruppen über. Diese sind die Zinkoxideugenolzemente, sowie die Mineral-Trioxid-Aggregate. Amalgam, das am weitest verbreitete Material wurde 1995 in Österreich gesetzlich verboten. Die einfache Handhabung, der leichte Zugang, die hohe Gewebstoleranz, die hohe Radioopazität, sowie die gute Dichtheit zeichneten Amalgam über Jahre aus. Zahlreiche Studien belegten jedoch die Korrosionsunbeständigkeit, die Dimensionsinstabilität, die Gewebsverfärbungen, das Hervorrufen von Mikrofrakturen und schließlich die Freisetzung von Quecksilber, was der Amalgamära ein Ende setzte.

1978 kam ein neues Füllungsmaterial auf, welches unter dem heutigen Namen **Super-EBA** bekannt wurde. Hierbei handelt es sich um einen Zinkoxideugenolzement, dessen Beschaffenheit durch die Zugabe von Ethoxybenzoe Säure, Quarzglas bzw. Aluminium Oxide verstärkt wird. Daher auch der Name EBA (**e**thoxy**b**enzoic **a**cid). Die Vorteile dieses Materials sind die hohe Gewebstoleranz, schnelle Abbindung, Polierbarkeit, Dimensionsstabilität und besonders gute Randdichtigkeit. Nachteilig werden das schwierige Handling, die Anfälligkeit auf Temperatur und Feuchtigkeit und die eher moderate Röntgenopazität in der Literatur beschrieben.

Ein weiteres Füllmaterial der Zinkoxideugenolzemente Gruppe ist der so genannte **IRM-Zement**. IRM steht für intermediate restorative material. Ein Vergleich von IRM-Zement zu Super-EBA von Prof. Pertl 1994 zeigte, dass IRM-Zement mehr Eugenol freisetzt, weniger druckstabil ist, mehr Farbpenetration aufweist und geringfügig löslicher ist. Super-EBA hingegen zeigte eine höhere Entzündungsrate. Ansonsten sind sich die beiden Materialien sehr ähnlich, was auch die etwas gewöhnungsbedürftige Handhabbarkeit betrifft.

Gegen Ende des letzten Jahrtausends wurde ein neues Material für retrograde Füllungen von Torabinejad publiziert. Es handelt sich um die so genannten **Mineral Trioxid Aggregate** auch als MTA bezeichnet. Es ist dies eine Mischung aus Trikalziumsilikat, -oxid, -aluminat und Siliziumoxid. Weiters findet man noch weitere Mineraltrioxide in dem feinkörnigen hydrophilen

Pulver, welches in feuchtem Milieu abbindet. Die Besonderheit dieses Materials sind neben den bereits von den Zinkoxideugenolzementen bekannten Eigenschaften, die Tatsache, dass MTA die Zementblastenbildung anzuregen scheint. Sei es durch den hohen pH-Wert, die enorme Dichtigkeit oder andere Bestandteile des Materials. Die schwierige Verarbeitungstechnik und die lange Abbindezeit vermögen die Vorteile, wie gute Radioopazität, exzellente Biokompatibilität und die niedrigste toxische Wirkung aller retrograden Füllungsmaterialien nicht zu schmälern. Abschließend sei bezüglich der Füllungsmaterialien noch gesagt, dass sogar das perfekte Material letztlich unweigerlich von einer guten Operationstechnik abhängig ist. Es sind viele, oft nur kleine, Schritte die zu einem guten Endergebnis führen.^{79 80}

⁷⁹ Pertl et al; Stomatologie 97.6; Gibt es ein optimales retrogrades Füllungsmaterial?

⁸⁰ Syngcuk Kim; Microsurgery in endodontics

2 Material und Methode

2.1 Behandlungstechnik

Alle PatientInnen, die im Zuge dieser Studie untersucht und behandelt wurden, wurden nach einer standardisierten Methode therapiert. Alle PatientInnen wurden vor dem operativen Eingriff über die Operation, Vor- und Nachteile, mögliche Risiken und die Notwendigkeit einer radiologischen Verlaufskontrolle aufgeklärt. Die Eingriffe wurden alle von einem einzigen Operateur durchgeführt, was das Risiko einer Ergebnisverfälschung auf ein Minimum reduziert. Alle PatientInnen wurden vorerst konservativ behandelt und nur bei Misserfolg, bzw. eindeutiger Indikation für chirurgische Intervention, operativ therapiert.

Wurzelkanalbehandlung

Je nach Vitalität des Zahnes wird dieser lokal anästhesiert, bzw. bei Molaren im UK eine Leitungsanästhesie gelegt.

Es wird nun, so noch erforderlich, mit Hilfe von rotierenden Instrumenten ein Zugang in die Pulpenhöhle geschaffen, und dieser so weit wie nötig vergrößert. Ausreichender Zugang ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg einer Wurzelbehandlung.

Es werden nun sämtliche Bereiche des Pulpendaches entfernt, um keine Nischen zu hinterlassen. Die Wände werden geglättet und abschließend wird der Pulpenboden mit dem Ultraschall gereinigt.

Es folgt nun die Kanalexploration mit dünnen #10 oder #15 K-Feilen, eingetaucht in EDTA-Gel. Diese wird vergleichend mit dem Röntgen durchgeführt, um die Kanallänge ungefähr abschätzen zu können. Mit stochernden und $\frac{1}{4}$ Dreh-Bewegungen wird der Kanal ohne jeglichen Druck sondiert. Gelangt man so leicht bis zum Apex, kann direkt mit voller Arbeitslänge aufbereitet werden. Ist vorher Stopp, so wird bis zu dieser Länge begonnen, den Kanal zu erweitern.

Mit Hilfe von Gates-Glidden-Bohrern (#4, #3, #2) wird nun ein möglichst gerader Kanalzugang geschaffen, der den Widerstand aller weiteren Arbeitsschritte deutlich zu reduzieren vermag. Weiters wird der Kanal nun drucklos bis #35-#45 aufbereitet. Die durch diese Technik entstehenden Stufen werden anschließend durch feilende Bewegungen geebnet.

Während der einzelnen Arbeitsschritte wird regelmäßig gespült, um Verblockungen zu vermeiden. Nun wird nach optimaler Erweiterung der oberen $\frac{2}{3}$ wird mit K-Feilen der Größe 10-15 versucht, die volle Arbeitslänge zu erreichen. Neben taktilem Empfinden, werden unterstützend

ein elektrisches Längenmessgerät der Marke Morita Root ZX, bzw. ein Messröntgen verwendet. Mit dem Wissen der genauen Arbeitslänge wird der Kanal nun fertig aufbereitet.

Zur chemischen Desinfektion werden H₂O₂ 3%ig, CHX 0.2%ig, sowie NaOCl 3%ig verwendet. Zwischeneinlagen werden mit CaOH-Paste versorgt und provisorisch mit Cavit® verschlossen.

Zur Obliteration eines Kanals wird die Technik der lateralen Kondensation angewandt. Nach Einbringen eines Masterpoints, der sowohl im Durchmesser, als auch in der Länge dem Grad der Aufbereitung entspricht, werden akkzessorische Points eingebracht. Diese können durch Spreadern (lateral verdichten) eingebracht werden. Am Ende der Obliteration wird mit Hilfe von heißen Stopfern der koronale Anteil verdichtet und auf Pulpenbodenniveau gekürzt.

Das verwendete Füllmaterial ist Gutta Percha, als Sealer wird Kerr R Pulp Canal Sealer® verwendet.

Der Verschluss des Zahnes wird in Abhängigkeit des nachfolgenden Behandlungsplanes gewählt. Zur Wahl stehen Cavit®, Ketac Glasionomerzement®, Fermit®, sowie Tetric Ceram®.

Wurzelspitzenresektion

Erster Schritt einer jeden Wurzelspitzenresektion ist eine ausreichende Anästhesie (Ultracain dental forte®). Diese soll nicht nur völlige Schmerzfreiheit, sondern auch möglichst gute Blutstillung erzielen.

Danach werden die PatientInnen aufgefordert, die Mundhöhle für eine Minute mit Chlorhexidindiacetat 0.2% zu spülen, um die Kontamination am Eingriffsort zu reduzieren (Young 2002).

Je nach Lage der betroffenen Wurzelspitze wird die entsprechende Schnittführung angewandt (siehe oben). Nach möglichst schonender Präparation des Mukoperiostlappens muss für die Schonung benachbarter Strukturen gesorgt werden. Es wird nun versucht, mit der Sonde bzw. durch Messen die genaue Lage des Defekts zu lokalisieren. Danach wird mit einem großen Rosenbohrer begonnen, die Wurzeloberfläche freizulegen. Dieser Vorgang geschieht unter ständiger Kühlung mit steriler 0.9 %iger Kochsalzlösung. Etwaige zystische Läsionen werden stumpf, unter ständigem Knochenkontakt herauspräpariert und in einer 3%igen Formalinlösung ad Histologie zur histologischen Abklärung gesandt.

Mit absteigender Rosengröße wird nun die Wurzel freigelegt und letztlich, mit einem Fissurenbohrer die apikalen 3mm reseziert. Dabei wird geachtet den, Winkel möglichst rechtwinkelig auf die Zahnachse zu gestalten.

Mit Hilfe des Operationsmikroskops (Carl-Zeiss 12-20 fach) und Anfärben mit Methylenblau wird der Zahn auf mögliche Frakturen untersucht. Es folgt die retrograde Aufbereitung des

Wurzelkanals mit dem Ultraschallgerät (EIE Spartan Piezo), mittels unterschiedlich gewinkelten diamantierten Retro-Spitzen bis zu einer Tiefe von 3mm. Wichtig hierbei ist die sorgfältige Reinigung der Kanalwand und somit die vollständige Entfernung des alten Wurzelfüllmaterials. Um den Kanal säubern und desinfizieren zu können, ist eine gründliche Blutstillung erforderlich. Damit diese erreicht wird, werden in Razestyptin® getränkte Streifen in die Knochenhöhle gepresst. Der Wurzelkanal wird danach mit der Druckluft getrocknet und mit IRM-Zement abgefüllt. Anschließend wird die Resektionsfläche, der sogenannte Neoapex, mit der großen Birne geglättet und auch das restliche entzündliche Gewebe entfernt. Bei großen Knochendefekten werden diese mit Spongostan gefüllt und anschließend erfolgt der Wundverschluss. Mit Einzelknopfnähten, Papillennähten oder Rückstichnähten wird versucht, den ursprünglichen Schleimhautzustand exakt zu rekonstruieren. Hierbei werden Nahtmaterialien unterschiedlicher Stärke und unterschiedlichen Materials verwendet (5.0 - 6.0 Seralene®, Resorba®, Supramid®).

2.2 PatientInnen

Die Studie soll die Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen widerspiegeln, die in einer zahnärztlichen Privatpraxis von einem Spezialisten durchgeführt wurden.

Es handelt sich hierbei um eine Langzeitstudie, die das gesamte PatientInnen, einer Privatpraxis mit Spezialisierung auf Endodontie und Mikrochirurgie in einem Zeitraum von 4 Jahren und 5 Monaten (53 Monate) beinhaltet.

Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 630 Wurzelspitzenresektionen durchgeführt.

Davon gehen 282 resezierte Zähne (=44,8%) auf das Konto der Männer und 348 (=55,2%) auf das der Frauen.

Das Alter der PatientInnen liegt zwischen 14,1 und 83,5 Jahren. Das durchschnittliche Alter wurde mit 46,4 Jahren errechnet, wobei hier zwischen Männern (46,8 Jahre) und Frauen (46,2 Jahre) kaum ein Unterschied festzustellen war.

Das PatientInnenklientel setzt sich aus überwiesenen PatientInnen von mehreren ZahnärztInnen, sowie aus den praxiseigenen PatientInnen zusammen, die in der Studie jedoch nicht getrennt bewertet wurden. Lediglich bei den Nachuntersuchungen wurde festgestellt, dass auf die auswärtigen PatientInnen teilweise (76 entspricht 12%) verzichtet werden musste. Somit ergibt sich eine Nachuntersuchungsquote von 88%, die als überdurchschnittlich hoch eingestuft werden darf.

2.3 Untersuchungsmethodik

Es handelt sich hierbei um eine Studie, die auf der Beurteilung der angefertigten Röntgenbilder basiert. Ausgewertet wurden erst die präoperativen Röntgenbilder, um die Ausgangssituation der röntgenologischen Aufhellung aller PatientInnen beurteilen zu können. Weiters wurden die unmittelbar postoperativen Röntgenbilder auf die röntgenologischen Aufhellungen der einzelnen Zähne untersucht, vermessen und protokolliert. Letztlich wurde die röntgenologische Aufhellung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, die mindestens einen zeitlichen Abstand von 6 Monaten zum operativen Eingriff haben musste, beurteilt.

Die Einteilung des präoperativen und unmittelbar postoperativen Röntgenbildes erfolgt nach der Einteilung der apikalen Situation nach Rubinstein & Kim (1999):

Klasse a: keine Aufhellung sichtbar, Schmerzen sind die einzige Indikation für den Eingriff

Klasse b: kleine Aufhellung von >0-5mm

Klasse c: mittlere Aufhellung >5-10mm

Klasse d: große Aufhellung >10mm

Die postoperative radiologische Beurteilung wird nach dem Erfolg der endodontischen Therapie nach Rud (1972) in der Modifikation nach Molven et al 1987 in 6 Gruppen eingeteilt:

Klasse A: keine apikale Aufhellung ist erkennbar

Klasse B: eine geringfügige apikale Aufhellung ist erkennbar

Klasse C: eine große periapikale Aufhellung ist erkennbar

Klasse D: wie Klasse C mit zusätzlichen parodontalen Taschen

Klasse E: Eine große periapikale Läsion kombiniert mit einer Endo-Paro-Läsion

Klasse F: periapikale Läsion mit Denudation der kompletten bukkalen Wurzeloberfläche

Radiologisch nicht beurteilt werden kann, ob postoperativ bei einer Aufhellung entzündliches Gewebe (Granulationsgewebe) oder eine aus Bindegewebe bestehende, narbige Ausheilung vorliegt (Ritter'scher Restschatten). Aus diesem Grund wurden bei Verdacht die klinischen Befunde der PatientInnen miteinbezogen und als B (= klinisch unauffällig "unsicherer Ausgang": radiologische Aufhellung ohne klinische Symptomatik (radiologisch unsicher und klinisch

sichere Heilung) oder mit klinisch unsicherer Heilung (radiologisch und klinisch unsicher Heilung)) beurteilt.

2.3.1.1 Technik

Sämtliche Daten wurden mit dem Programm © Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) katalogisiert. Die statistische Auswertung wurde mit SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL USA) durchgeführt

Zur Vermessung, sowie Archivierung der Röntgenbilder wurde das Programm Sidexis © 1992-2007 (Sirona Dental Systems GmbH) benutzt.

Hierzu wurden die angefertigten Röntgenbilder, sowohl Kleinbildröntgen, als auch Panoramaröntgen, mit dem Vermessungstool abgemessen. Unbedingt nötig ist es, das Vermessungstool zu kalibrieren, um falsche Messungen zu vermeiden.

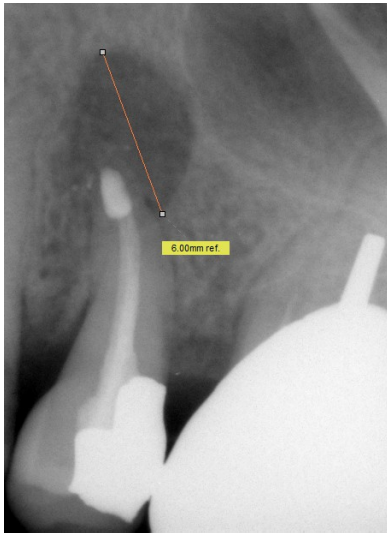


Abbildung 50: Längenbestimmung am Kleinbildröntgen⁸¹

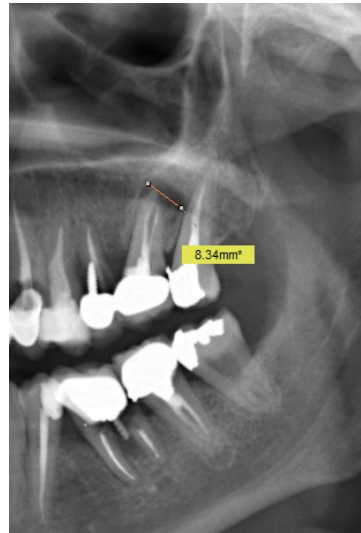


Abbildung 51: Längenbestimmung am Orthopantomogramm⁸¹

⁸¹ Sidexis © 1992-2007 Sirona Dental Systems GmbH; Demo X-Ray

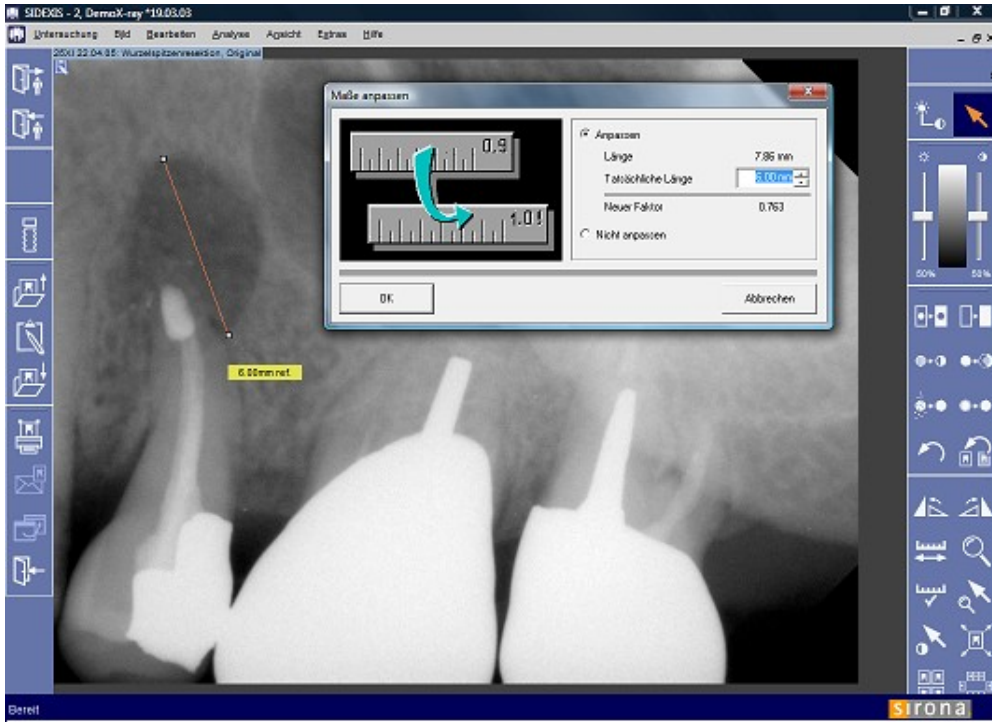


Abbildung 52: Sidexis Längenbestimmung und Kalibrierung ⁸¹

3 Ergebnisse

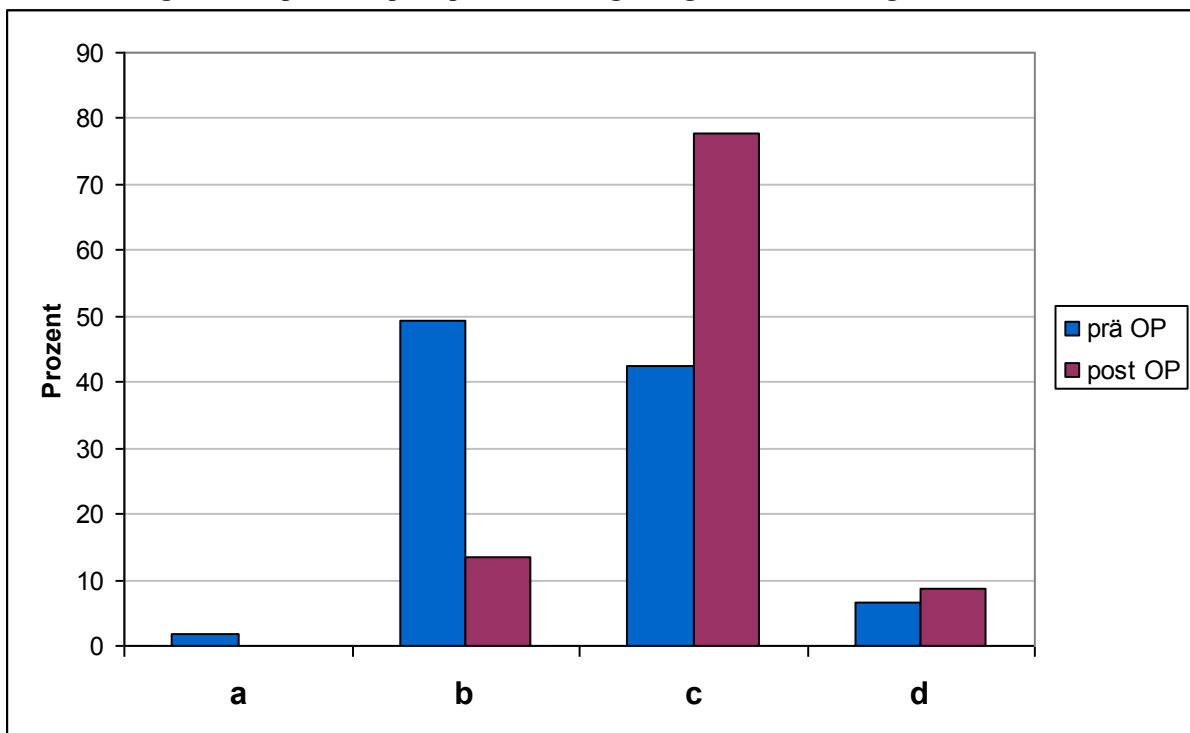
Verteilung der präoperativen röntgenologischen Aufhellungen verglichen mit den postoperativen Aufhellungen

Präoperativ zeigten 1,7% also 10 PatientInnen keine röntgenologische Aufhellung. Die meisten Läsionen (49,3%) hatten Stadium b also einen maximalen Durchmesser von 5mm. Eine ähnlich große Anzahl an Beherdungen (42,4%) lagen zwischen 5 und 10mm. 6,6% hatten röntgenologische Aufhellungen, die über 10mm imponierten.

Postoperativ waren die Knochendefekte lediglich bei 13,6% unter 5mm. 77,8% hatten Resektionshöhlen bis zu 10mm und 8,7% über 1 cm.

Der Vergleich präoperative zu postoperativen röntgenologischen Aufhellungen wird in folgendem Diagramm gezeigt.

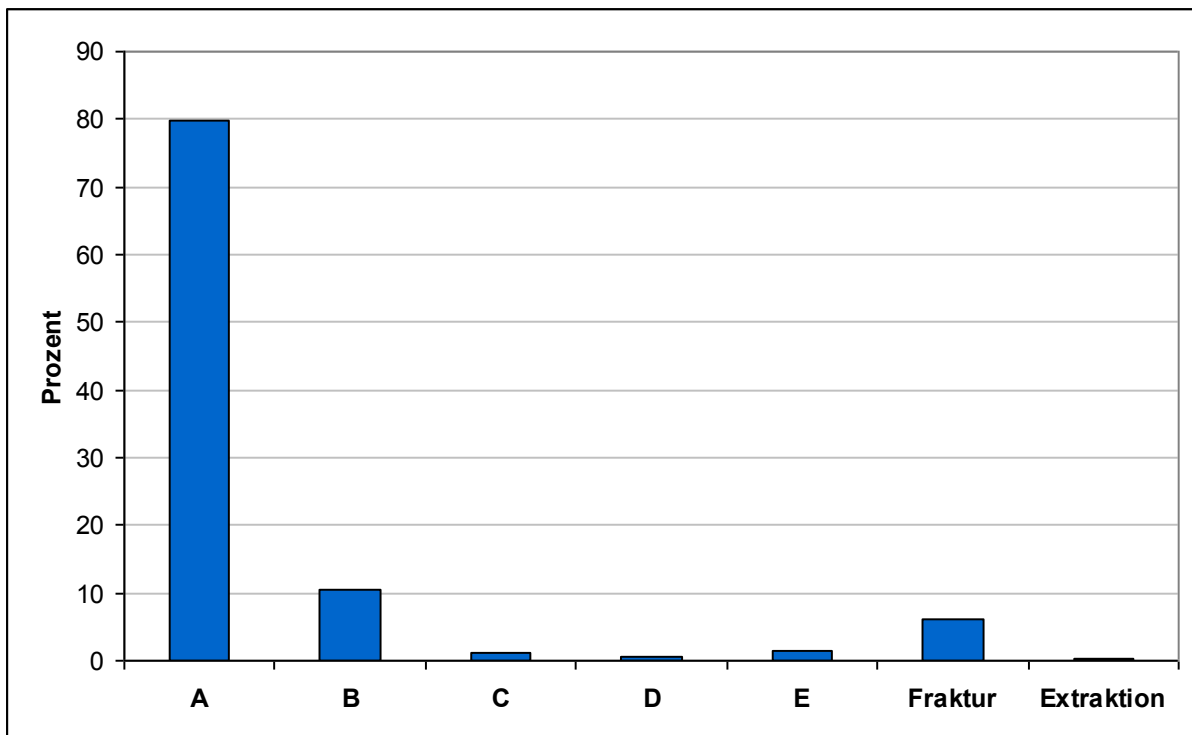
Tabelle 6: Vergleich von prä- und postoperativer röntgenologischer Aufhellung



Einteilung nach der Größe der röntgenologischen Aufhellungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Nachfolgendes Diagramm zeigt die Ergebnisse der Nachuntersuchungen gesamt. Es zeigt sich, dass der überwiegende Anteil der Fälle (79%) vollkommen ausgeheilt war. Bei 58 PatientInnen (10,5%) konnte röntgenologisch eine Aufhellung festgestellt werden, sie waren jedoch klinisch unauffällig. 6,1% aller wurzelspitzenresezierten Zähne zeigten intraoperative Frakturen und mussten aus diesem Grund in weiterer Folge extrahiert werden. 8 Zähne mussten aufgrund von inoperativ diagnostizierten Paro-Endoläsionen entfernt werden. In 2% der Fälle zeigten sich auch postoperativ Aufhellungen von über 5mm. Nur 1 Zahn (0,2%) musste gezogen werden, obwohl keine Fraktur bzw. Paro-Endoläsion bestand.

Tabelle 7: Verteilung nach dem Grad der röntgenologischen Aufhellung



Einfluss von Geschlecht bzw. Alter auf die Größe der präoperativen Aufhellung

Weiters wurde ermittelt, ob ein Zusammenhang zwischen Alter und Größe der präoperativen röntgenologischen Aufhellungen besteht, bzw. ob man Unterschiede im Geschlecht erkennen kann. Doch keine der beiden Untersuchungen zeigte nennenswerte Erkenntnisse.

Tabelle 8: Zusammenhang von Alter mit der Größe präoperativer röntgenologischer Aufhellung

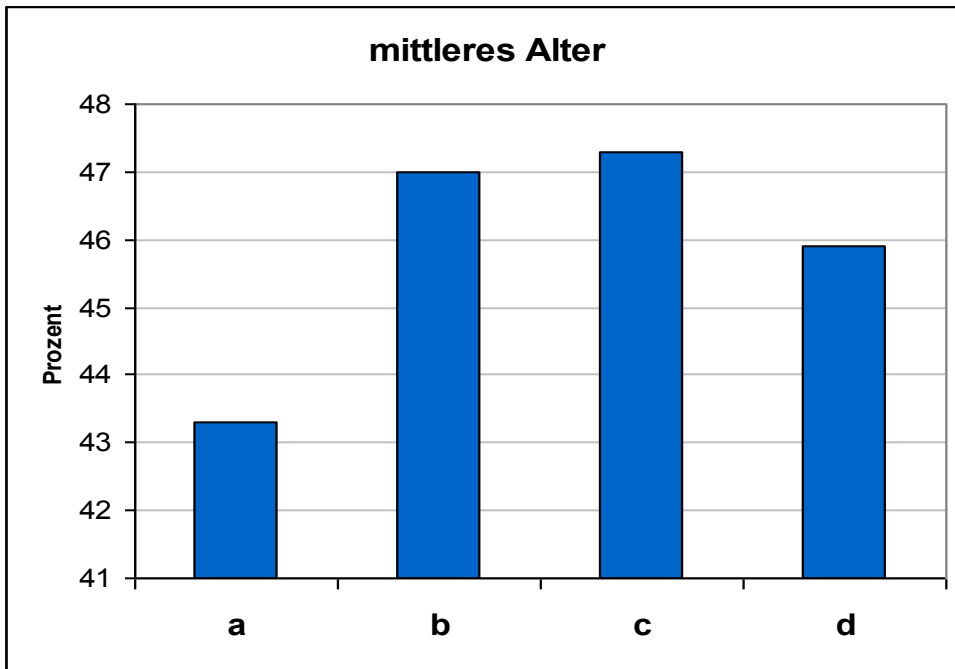
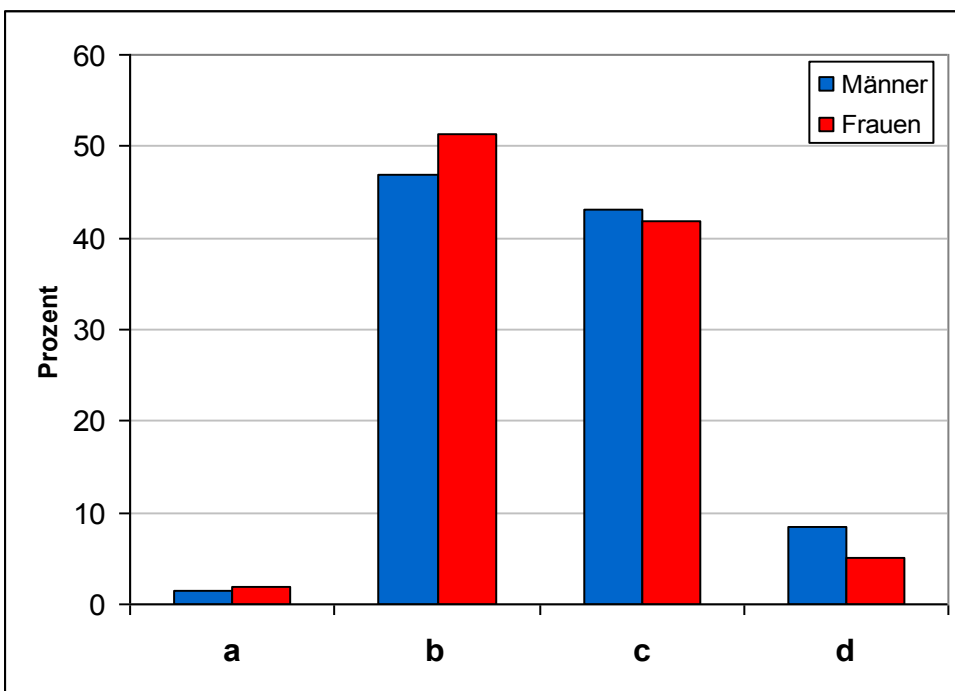


Tabelle 9: Zusammenhang von Geschlecht und Größe präoperativer röntgenologischer Aufhellung



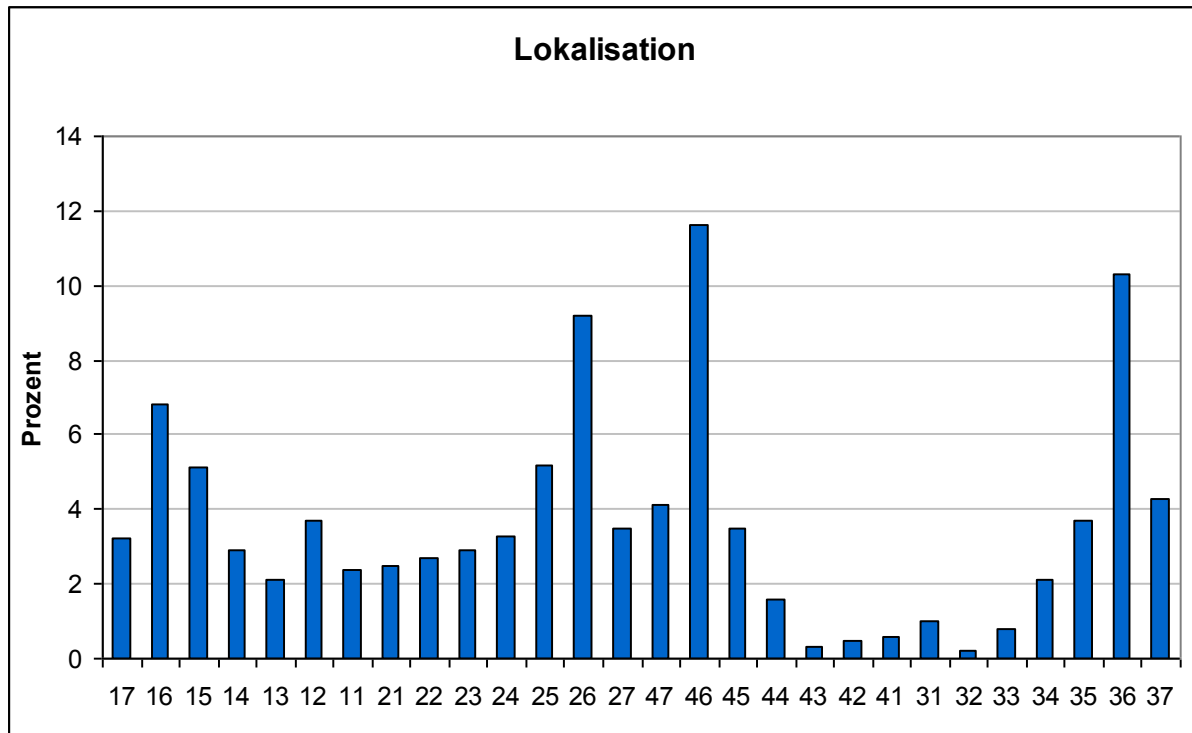
Zusammenhang von Lokalisation und Häufigkeit

Wirft man einen Blick auf die Lokalisation mit den meisten Wurzelspitzenresektionen, so wird deutlich, dass die 6er klar die häufigste Indikation für chirurgische Interventionen darstellen. Vor allem die unteren ersten Molaren sind mit 21,9%, also zu 1/5, die am meisten betroffenen Zähne, was darauf zurück zu führen ist, dass sie die ersten Zähne der zweiten Dentition sind. Nach den oberen 6ern sind es die oberen 5er, die mit 5,1 bzw. 5,2% Betroffenheit hervorstechen.

Besonders auffällig sind die Zähne der Unterkieferfront. Alle sechs Zähne zusammen stellen gerade 3,4% aller Eingriffe dar.

Die restlichen Zähne liegen alle im Bereich zwischen 2 und 4%.

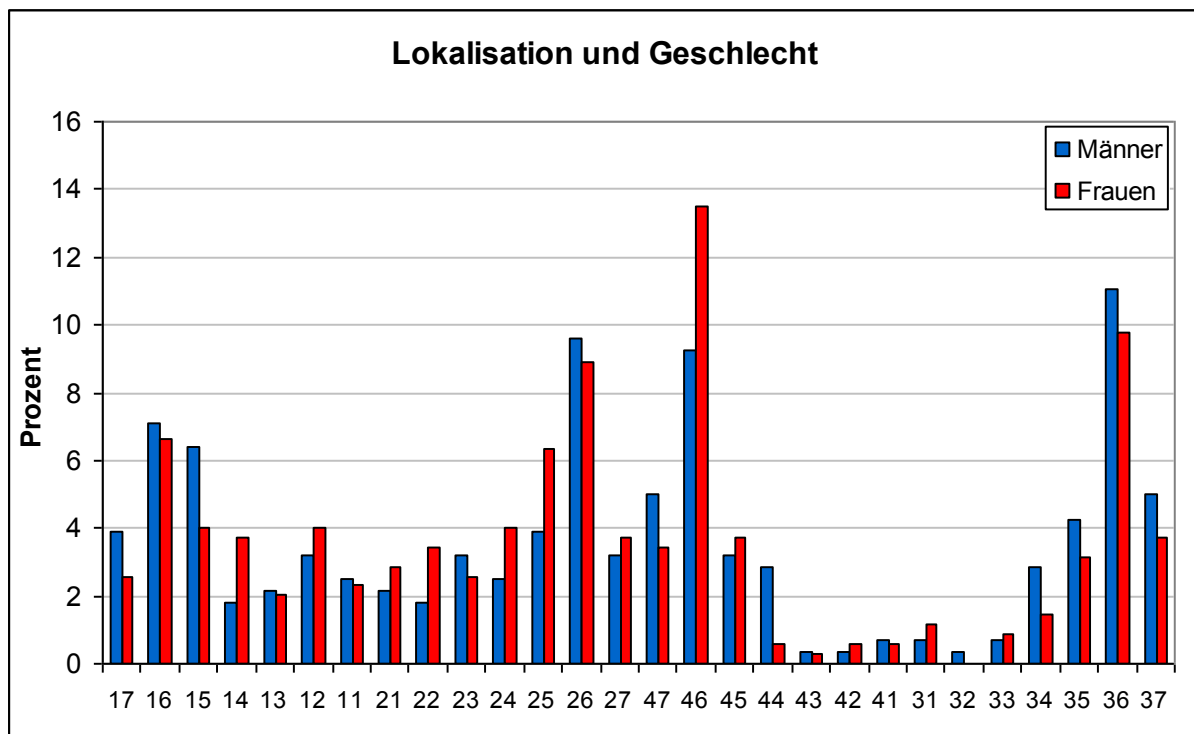
Tabelle 10: Häufigste Lokalisationen von Wurzelspitzenresektionen



Zusammenhang von Geschlecht und Lokalisation

Vergleicht man wiederum Männer mit Frauen, so zeigt sich lediglich beim Zahn 46 eine Verschiebung in Richtung der Frauen. Alle anderen Zähne sind bei beiden Geschlechtern in gleichem Maße betroffen.

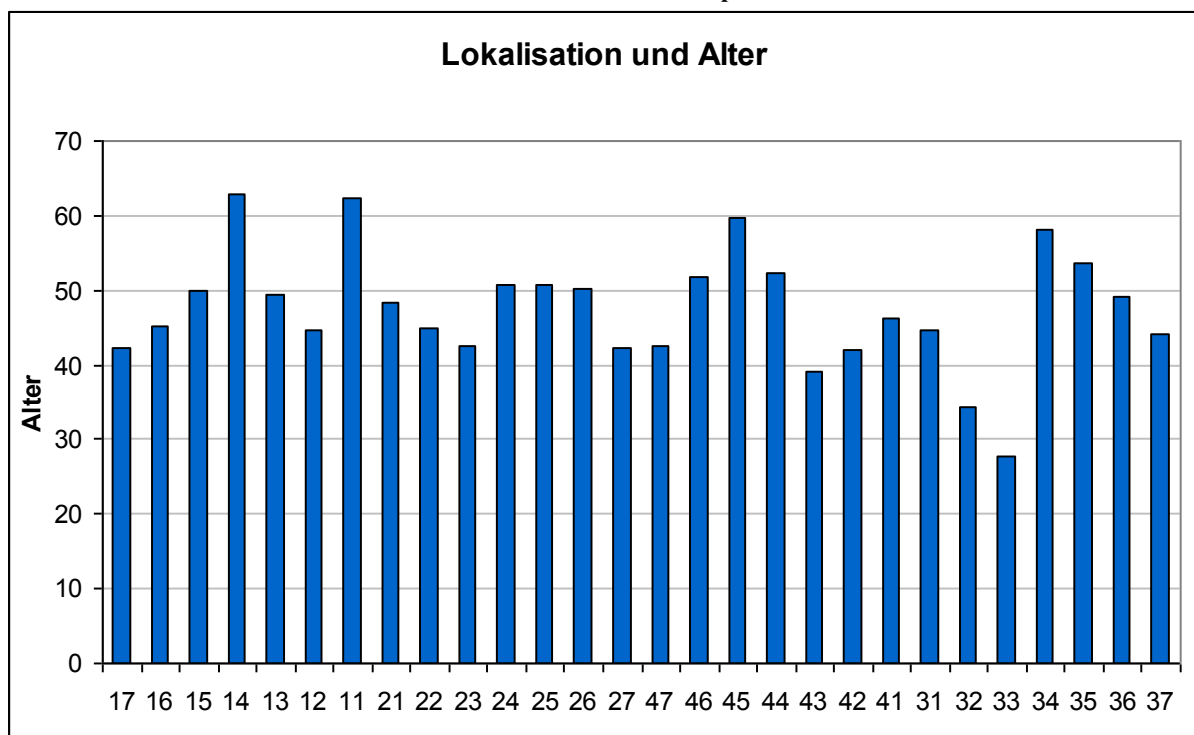
Tabelle 11: Häufigste Lokalisationen von Wurzelspitzenresektionen bezogen auf das Geschlecht



3.1.1.1.1 Zusammenhang des Alters mit der Lokalisation

Der Vergleich, ob bestimmte Lokalisationen in einem gewissen Alter häufiger diagnostizierbar sind oder nicht, brachte ebenfalls wenig Aufschluss. Lediglich die Zähne 33 und 32 unserer PatientInnen wurden vor allem in jungen Jahren (ca. 30. Lebensjahr) reseziert, die Zähne 11 und 14 erst spät, im 62. Lebensjahr.

Tabelle 12: Einfluss von Alter auf die Lokalisation von Wurzelspitzenresektionen



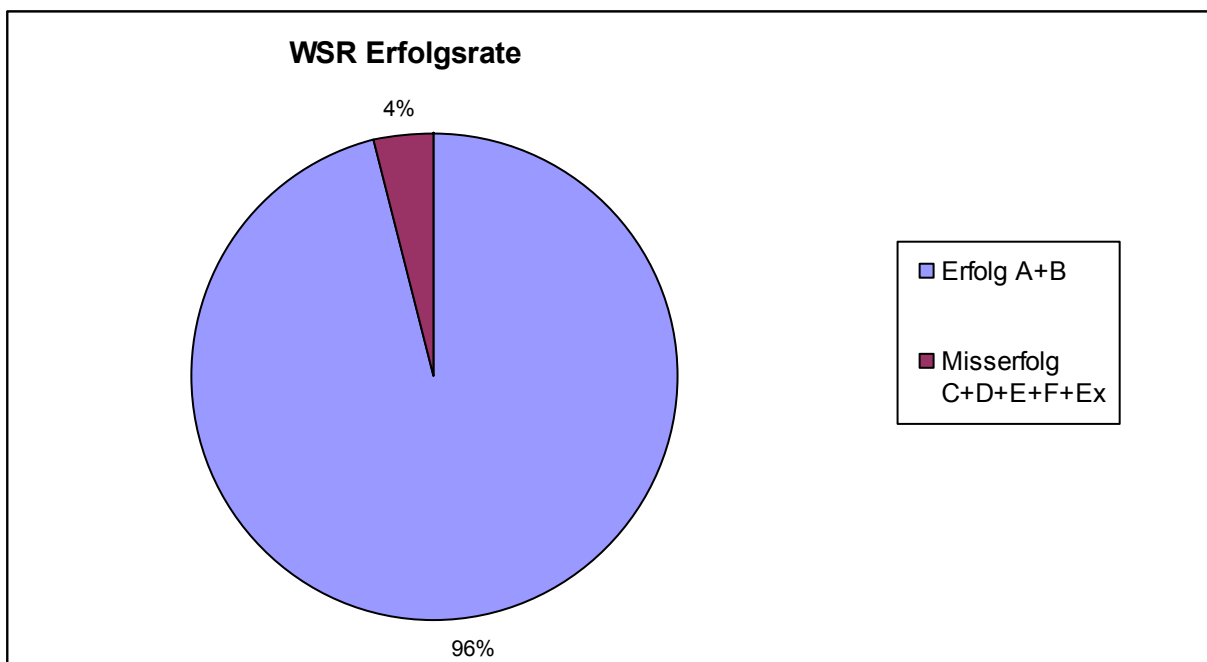
3.1.1.1.2 Verteilung der Lokalisation der röntgenologischen Aufhellung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Vergleicht man den Erfolg von Wurzelspitzenresektionen mit der Lage der betroffenen Zähne, so stellen sich die unteren 6er als die schlechtesten Positionen heraus. Sowohl bei postoperativen röntgenologischen Aufhellungen, als auch bei den Frakturen führen die ersten unteren Molaren das Feld deutlich an. Weiters scheinen noch neben den oberen 6ern, die unteren 5er, sowie die oberen Prämolaren gelegentlich Probleme zu bereiten. Beim Rest der behandelten Zähne zeigten sich durchwegs hervorragende Ergebnisse.

3.1.1.1.3 Der Erfolg von Wurzelspitzenresektionen

Letztlich stellt sich noch die Frage, von welcher Erfolgsrate bei Wurzelspitzenresektionen ausgegangen werden kann. Nimmt man A = keine röntgenologische Aufhellung und B = eine geringfügige apikale Aufhellung, aber klinisch unauffällig als Erfolg und die restlichen Klassen C = große periapikale Aufhellung, D = Klasse C mit zusätzlichen parodontalen Taschen, E = eine große periapikale Läsion kombiniert mit einer Endo-Paro-Läsion und F = eine periapikale Läsion mit Denudation der kompletten bukkalen Wurzeloberfläche als Misserfolg, so kann von einer Erfolgsrate von 96% ausgegangen werden. In lediglich 4% der Fälle bestanden nach dem operativen Eingriff klinische Beschwerden, bzw. konnte keine 100% Ausheilung erzielt werden.

Tabelle 13: Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen, exklusiv intraoperativ diagnostizierter Wurzelfrakturen



4 Diskussion

Die Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen wird in der Literatur mit 82-95%^{82 83} angegeben (Tabelle siehe oben). Auffallend hierbei ist, dass aktuellere Studien bessere Erfolgsraten aufweisen, als noch in den Jahren 2001 und 2002. Torabinejad berichtete erst 2007 von den oben genannten 95%. In allen aktuellen Studien wurde bereits mit Vergrößerungshilfen und Ultraschall-Technik gearbeitet. Daraus lässt sich schließen, dass bei gleich bleibender Technik vor allem im Bereich der Füllungsmaterialien Fortschritte erzielt wurden.

Sicherlich hat in Österreich die fragliche Qualität der Wurzelbehandlungen Einfluss auf die Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen. Vor allem in Amerika und anderen Ländern, in denen die EndodontologInnen eine eigene Profession darstellen, werden Wurzelkanalrevisionen und konservative Behandlungsmethoden der chirurgischen Intervention vorgezogen. Auch die Qualität einer Wurzelbehandlung muss als deutlich höher eingeschätzt werden. Somit haben Zähne mit eindeutiger Indikation für Wurzelspitzenresektionen eventuell schlechtere Prognosen, als Zähne die man sogar mittels Revision zum Ausheilen hätte bringen können.

Vergleicht man die Ergebnisse unserer Studie mit denen anderer, so liegen unsere erhobenen Studiendaten mit 96% knapp über den Angaben der weltweiten Literatur. Würde man die wurzelfrakturierten Zähne in die Statistik mit einfließen lassen, so wäre die Erfolgsrate mit 89,5% trotzdem noch etwas über dem Durchschnitt.

Mit der heutigen Prognose endodontischer Therapie, lässt sich auch ein direkter Vergleich zur Alternativbehandlung mit Implantat, inklusive Einzelzahnkrone, herstellen. Vor allem, weil in den letzten Jahren am Sektor der Implantologie große Fortschritte erlangt wurden und laut Literaturangaben von einer Langzeit-Erfolgsrate von 95%⁸³ ausgegangen werden kann, wurde die Zahnerhaltung durch chirurgische Intervention in den Hintergrund gedrängt. Fakt jedoch ist, dass aufgrund der neuen retrograden Füllungsmaterialien, der Verwendung von Operationsmikroskopen und immer weiter verbesserter Operationstechnik, unter anderem mittels retrograder Ultraschall-Aufbereitungstechnik qualitativ der selbe Erfolg erzielt werden kann.

⁸² Rubinstein RA and Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod 2002;28:378-383

⁸³ Torabinejad et al. 2007 Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partials dentures, and extraction without replacement: A systemic review: The Journal of prosthetic dentistry

Dazu kommt der niedrigere Materialkostenaufwand bei chirurgischer Therapie. Ein weiterer entscheidender Vorteil ist die geringe Nachsorge, die nach Wurzelspitzenresektionen erforderlich ist. In einer amerikanischen Studie ist sogar von einem 10fach höheren postoperativen Behandlungsbedarf die Rede.⁸⁴

Die Frage, ob nun der Implantation oder der endodontischen Therapie der Vortritt gelassen werden sollte, ist nicht eindeutig zu beantworten. Faktoren, die den Erfolg beider Therapieansätze beeinflussen, sind:

- Lokalisation
- Knochenqualität
- Knochenangebot
- Wurzelkanalanatomie
- Zugang
- Dauer der Therapie
- Postoperative Nachsorge
- Autologes vs. Fremd-Material
- Lebensgewohnheiten (Nikotin)
- Compliance
- Finanzielle Situation
- Biomechanik
- Parodontale Situation
- Prothetische Wertigkeit
- Ästhetik
- uvm.

Es erweist sich offensichtlich als nicht einfach, den idealen Therapieansatz zu wählen. Vielmehr ist das Geschick der BehandlerInnen, sämtliche Einflüsse zu erkennen und mögliche Risiken abzuwägen, entscheidend. Beide Therapieoptionen stellen sich, wenn sie mit „state of the art“ Techniken angewandt werden, als absolut brauchbar dar.

⁸⁴ James Porter Hannahan and Paul Duncan Eleazer; Comparison of Success of Implants versus Endodontically Treated Teeth; Department of Endodontics, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama

5 Zusammenfassung

Aufgrund der zahlreichen Innovationen in der chirurgischen Endodontie konnte in den letzten Jahren die Prognose dieser Therapie deutlich verbessert werden. Diese Mikrochirurgische Endodontie wird mit einem Op-Mikroskop und speziellem Instrumentarium durchgeführt. Retrograde Wurzelkanalaufbereitung mit Piezo-Ultraschallspitzen, atraumatische Knochenpräparation, schonendes Weichgewebsmanagement und neue retrograde Füllungsmaterialien tragen ebenfalls zu den steigenden Erfolgsraten von mikrochirurgischen Wurzelspitzenresektionen bei.

Im Rahmen unserer retrospektiven Studie wurde ein Kollektiv von 630 PatientInnen im Alter zwischen 14 und 84 Jahren, nach einem standardisiertem Protokoll, operiert und systematisch nachuntersucht. Insgesamt wurde eine Erfolgsrate von 79% (völlige radiologische Ausheilung im Sinne einer kompletten Re-Ossifikation und klinisch symptomlos) und weiteren 10,5% (unvollständiger radiologischer Ausheilung, jedoch klinisch unauffällig) erreicht. Wenn man die intraoperativ festgestellten Vertikalfrakturen (6,1%) exkludiert, ergibt sich eine klinische Erfolgsrate von 96%, was etwa den heutigen Erfolgsangaben von Implantaten entspricht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die zahlreichen Verbesserungen der Technik bei Wurzelspitzenresektionen einen immensen Anstieg der Erfolgsrate gebracht haben und die vorliegenden Ergebnisse den international publizierten Angaben im Spitzenfeld entsprechen.

6 Summary

Numerous innovations in the field of endodontic surgery have considerably improved the prognosis of this therapy.

This micro-surgery should be performed today with an operating microscope and specific microsurgical instruments. Retrograde root-end preparation with ultrasonic tips, atraumatic osteotomy and gentle soft tissue management and new retrofilling materials also contribute to the high success rate of microsurgical apicoectomies.

Within this retrospective study a total of 630 patients, who underwent endodontic surgery, aged between 14 to 84 years were systematically subjected to follow up examinations according to a standardized protocol.

All in all, this resulted in a success rate of 79% (total radiological cure, in terms of a complete re-ossification and absence of clinical symptoms) and an additional 10,5% (partial or incomplete radiological cure but clinically unobtrusive) was achieved.

Excluding vertical root fractures detected during operations (6,1%), a clinical success rate of 96% is incidental. This percentage is consistent with contemporary outcome studies of dental implants. These results demonstrate that the numerous advancements concerning the methods of root end resection have resulted in an increasingly high success rate. Additionally, the present results are consistent with the internationally published data of leading clinical experts in the field.

IV. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zahnaufbau	5
Abbildung 2: Ramifikationen und akzessorische Seitenkanäle	6
Abbildung 3: 4 Stadien der Abszessbildung nach Wannemacher	12
Abbildung 4: Radikuläre Zyste UK Front	14
Abbildung 5: Radikuläre Zyste UK Seitenzahnbereich	14
Abbildung 6: Periapikale Entzündung	20
Abbildung 7: Entfernung des periapikalen Entzündungsgewebes	20
Abbildung 8: Orthograde Füllung	21
Abbildung 9: Retrograde Füllung	21
Abbildung 10: Zahn 46 mesiale Wurzel mit apikaler Entzündung	22
Abbildung 11: Getrennte Wurzeln des Zahnes 46	22
Abbildung 12: Mesiale Wurzel entfernt	22
Abbildung 13: Fertige prothetische Versorgung unter Einbeziehung der verbliebenen Wurzel	22
Abbildung 14: Anzahl von Wurzelkanälen	24
Abbildung 15: Durchschnittslängen von Wurzelkanälen	24
Abbildung 16: Kavitätenpräparation	25
Abbildung 17: Ausreichender Zugang	25
Abbildung 18: Anatomie der Wurzelkanäleingänge	25
Abbildung 19: US-Kavitätenaufbereitung	26
Abbildung 20: Prinzip der Step back Technik	27
Abbildung 21: Verblockung des Kanals durch Dentinabrieb	28
Abbildung 22: Balanced-Forced-Technik	28
Abbildung 23: Schaffen eines möglichst geraden Zuganges	29
Abbildung 24: Endo-Instrumentation	30
Abbildung 25: Längenmessequipement	30
Abbildung 26: Messröntgen	30
Abbildung 27: Prinzip der elektronischen Längenmessung	31
Abbildung 28: Elektronische Längenmessung	31
Abbildung 29: Empfohlene durchschnittliche apikale Aufbereitung	32
Abbildung 30: Schnittführung bei der Volllappentechnik	35
Abbildung 31: Schnitttechnik nach Eskici	35
Abbildung 32: Schnitttechnik nach Partsch	36
Abbildung 33: Schnitttechnik nach Pichler	37
Abbildung 34: Schnitttechnik nach Ochsenbein-Lübke	37
Abbildung 35: Falsche Technik	42
Abbildung 36: Richtige Technik	42
Abbildung 37: Stumpfe Präparationstechnik	42
Abbildung 38: Darstellung der Wurzelspitze	43
Abbildung 39: Anwendung der 2/3 Regel	43
Abbildung 40: Vorkommen von Seitenkanälen um die Wurzelspitze	43
Abbildung 41: Epinephrin-Pellets werden in die Resektionshöhle gepresst	44
Abbildung 42: ViscoStat (Eisen-sulfat) dient der Verschorfung der Resektionshöhle	44
Abbildung 43: Stryphnongaze werden geschnitten und in 3%igen Wasserstoff getaucht	44
Abbildung 44: Einbringen von Knochenwachs in die Resektionshöhle	45
Abbildung 45: Knochenwachs steril verpackt	45
Abbildung 46: Hammer und Meißel zum Verklopfen von Arteriolen	45
Abbildung 47: Verklopfen einer Arteriole mittels Flachmeißel und Hammer	45
Abbildung 48: Zellulosepräparat zur Blutstillung	45
Abbildung 49: Lysostyptmembran ist hoch potent und lässt sich als Notfallpräparat gut lagern	45

Abbildung 50: Längenbestimmung am Kleinbildröntgen	55
Abbildung 51: Längenbestimmung am Orthopantomogramm	55
Abbildung 52: Sidexis Längenbestimmung und Kalibrierung	56

V. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorkommen von apikaler Parodontitis bei wurzelbehandelten Zähnen	11
Tabelle 2: Klinik und Therapie der Pulpitis	15
Tabelle 3: Klinik und Therapie der apikalen Parodontitis	15
Tabelle 4: Vergleich traditioneller- mit Mikro-Chirurgie	47
Tabelle 5: Erfolgsquoten von Wurzelspitzenresektionen unter Verwendung einer Vergrößerungshilfe.....	48
Tabelle 6: Vergleich von prä- und postoperativer röntgenologischer Aufhellung.....	57
Tabelle 7: Verteilung nach dem Grad der röntgenologischen Aufhellung	58
Tabelle 8: Zusammenhang von Alter mit der Größe präoperativer röntgenologischer Aufhellung	59
Tabelle 9: Zusammenhang von Geschlecht und Größe präoperativer röntgenologischer Aufhellung.....	59
Tabelle 10: Häufigste Lokalisationen von Wurzelspitzenresektionen	60
Tabelle 11: Häufigste Lokalisationen von Wurzelspitzenresektionen bezogen auf das Geschlecht	61
Tabelle 12: Einfluss von Alter auf die Lokalisation von Wurzelspitzenresektionen	62
Tabelle 13: Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen, exklusiv intraoperativ diagnostizierter Wurzelfrakturen	63

VI. Literaturverzeichnis

Arens DE. Introduction to magnification in endodontics. J Esthet Restor Dent. 2003;15:426-439
Beer, Baumann: Endodontologie
Byström, 1987; Sjögren, 1997
C. Pertl; Privatinstitut für Zahnmedizinische Fortbildung Graz
C.Pertl et al.; Publikation: Gibt es ein optimales retrogrades Füllungsmaterial
Danin J, Stromberg T, Forsgren H, Linder LE and Ramskold LO Clinical management of nonhealing periradicular pathosis. Surgery versus endodontic retreatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82:213-217
Debelian, Endodontics manual for the general dentist 2005
Dr. Thea Lingohr, Dr. Jörg Neugebauer, Dr. Jakob Rosenbohm, Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim. E. Zöller/Köln; Wurzelspitzenresektion unter ausgewählter Therapie; (http://www.helbo.at/datasheets/LJ0109.pdf)
Dr. Weiss-Faller: retrograde Wurzelspitzenresektion mittels Ultraschall; Universitätsklinik Heidelberg (http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/1764.pdf)
Dummer PM, Alodeh M and Doller R. Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. Int Endod J. 1989; 22:211-215
Eberhard Krüger: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie S. 77-80
El-Swiah JM and Walker RT Reasons for apicectomies.A retrospective study. Endodontics and Dental Traumatology 1996;12;185-191 und
Evans 1998, Iqbal 2007; Evans GE, Gulabivala K and Speight PM The influence of preparation and irrigation techniques on the removal of organic tissues and predentine from root canals of human premolar and molar teeth. Int Endod J 1998;30:250-261;
Friedrich Henk: Herdlehre Eine interdisziplinäre Wissenschaft aus der Sicht des Facharztes für ZMK S.126-138
Gängler, Hoffmann, Willershausen Schwenzer, Ehrenfeld: Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie;

Georg Watzak, Thomas Bernhart und Christof Pertl; Wurzelspitzenresektionen
Harris MH. Apicoectomy and retrograde amalgam in mandibular molar teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48:405-407
Hellwig 1994, Hor, Attin 2005, Pommer 2002
Hembrough et al. 1993 (Beer, Baumann: Endodontologie S. 117)
Hepworth MJ and Friedmann S treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. J Can Dent Assoc 1997;63:364-371
Hession 1981 Long-Term evaluation of endodontic treatment: anatomy, instrumentation, obturation- the endodontic practise triad. Int endod J 9 390-393
http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/08/08H027/t3.pdf
http://www.medeco.de/typo3temp/pics/4209128a5e.jpg&imgrefurl=http://www.medeco.de/index.php%3Fid%3D166&usg=__YJixrzMjkWjPxJ_-ePOFMXKPTKo=&h=158&w=160&sz=4&hl=de&start=7&um=1&tbnid=57-zBA218Q-pAM:&tbnh=97&tbnw=98&prev=/images%3Fq%3Dhemisektion%26ndsp%3D18%26hl%3Dde%26sa%3DN%26um%3D1
Hubert E. Schröder: Orale Strukturbiologie S. 124
Iqbal MK and Ku J. Instrumentation and obturation of the apical third of root canals: addressing the forgotten dimension. Compend Contin Educ Dent. 2007;28:314-320
James Porter Hannahan and Paul Duncan Eleazer; Comparison of Success of Implants versus Endodontically Treated Teeth; Department of Endodontics, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama
K.Schroll G.Watzek: Zahnärztliche Chirurgie
Kübler und Mühlig 1998 Leitlinien für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1998 und Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. Cochrane Database Syst Rev. 2007 Jul 18;(3):CD005511
Lussi A. Die Reinigung und Obturation des Wurzelkanalsystems ohne konventionelles Instrument. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000;110:249-258

Möller et al 1981, fabricius et al 1982, Torabinejad 1994; aus Stomatologie 97.6 S. 167 Pertl et al; Gibt es ein optimales retrogrades Füllungsmaterial
Partsch 1998
Pecora G and Andreana S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993;75:751-758
Rohen: Anatomie für Zahnmediziner
Rotstein I and Simon JHS. Diagnosis, prognosis and decision-making in the treatment of combined periodontal-endodontic lesions. Periodontology 2000;34;165-203
Rubinstein RA and Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod 2002;28:378-383
Rud et al 2001; Rubinstein & Kim 2002; Vallencillo et al. 2002; Maddalone et al. 2003 ; Taschieri et al. 2006
Sauerwein Ernst: Zahnerhaltungskunde; Kariestherapie, Endodontie, Parodontologie
Sidexis © 1992-2007 Sirona Dental Systems GmbH; Demo X-Ray
Sjögren et al. 1990; Factors effecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 16: 498-504
Städtler Publikation März 2006
Städtler, Glockner, Ebeleseder: Skriptum für Endodontiekurs, Graz 1991 S. 2-5
Strassburg M und Lentrodt J. Wurzelspitzenresektion. In Horch, HH (Hrsg); 1995, PdZ Band 9 Zahnärztliche Chirurgie, Urban & Schwarzenberg München Wien Baltimore, S. 187-209
Syngcuk Kim; Microsurgery in endodontics
Testori T, Capelli M, Milani S and Weinstein RL. Success and failure in periradicular surger. Oral Surg Oral Med Oral Pathol OralRadiol Endod 1999;87:493-498
Torabinejad et al. 2007 Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partials dentures, and extraction without replacement: A systemic review: The Journal of prosthetic dentistry
Torabinejad und Pitt Ford 1996, Moiseiwitsch und Trope 1998

Von Arx T and Walker WA Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: A literature review. Endod Dent Traumatol 2000;16:47-62 und

www.braunwarth.de/images/zahn_quer.jpg

www.mkg-pytlik.de/typo3temp/pics/14ea25c5ca.jpg

www.ukaachen.de/go/show?ID=4045002&DV=0&COMP=...

www.ukaachen.de/go/show%3FID%3D4045002%26DV%3D0%26COMP%3Dimage%26TYPE%3Dmain&imgrefurl=http://www.ukaachen.de/go/changelanguage%3FID%3D3581476%26DV%3D1%26COMP%3Dpage%26NAVID%3D3581476%26NAVDV%3D1&usg=__VTMiJZ4wIqE-

[UVIRbkUE_JVCDlw=&h=339&w=515&sz=35&hl=de&start=3&um=1&tbnid=8I9ZbScYQ1HMqM:&tbnh=86&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dradikul%25C3%25A4re%2Bzyste%26hl%3Dde%26sa%3DG%26um%3D1](http://www.ukaachen.de/go/show%3FID%3D4045002%26DV%3D0%26COMP%3Dimage%26TYPE%3Dmain&imgrefurl=http://www.ukaachen.de/go/changelanguage%3FID%3D3581476%26DV%3D1%26COMP%3Dpage%26NAVID%3D3581476%26NAVDV%3D1&usg=__VTMiJZ4wIqE-UVIRbkUE_JVCDlw=&h=339&w=515&sz=35&hl=de&start=3&um=1&tbnid=8I9ZbScYQ1HMqM:&tbnh=86&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dradikul%25C3%25A4re%2Bzyste%26hl%3Dde%26sa%3DG%26um%3D1)