

Milchzahnendodontie – eine Übersicht

Die im Vergleich zum bleibenden Zahn sehr abweichende Anatomie der Milchzähne bedingt andere therapeutische Interventionen. Pulpotomie und Pulpektomie unterscheiden sich eher durch veränderte Behandlungsschritte, bei der indirekten und gelegentlich der direkten Überkappung weichen eher die Indikationen im Vergleich zu den bleibenden Zähnen ab. Dieser Artikel stellt einen Überblick über die derzeit aktuellen Indikationen sowie Behandlungsmöglichkeiten in der Milchzahnendodontie dar.

Dr. med. dent. Stefanie Feierabend, Dr. med. dent. Stefanie Stumpf/Würzburg

■ Da gerade dieser Bereich durch zahlreiche neue Erkenntnisse geprägt ist, kann diese Übersicht nur den aktuellen Stand eines kurzen Zeitraums wiedergeben. Allerdings ist auch die Kinderzahnheilkunde durch einen langsamen Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis geprägt. Daher ist es keinesfalls redundant, erneut die Formokresol-Problematik zu erörtern oder auf die schlechte Versorgung der Milchzähne in Deutschland einzugehen. Es ist bemerkenswert, dass in einem Land, das das dritt-teuerste Gesundheitssystem der Welt hat, der Sanierungsbedarf im Milchgebiss sehr hoch, der Sanierungsgrad aber sehr gering ist.³³ Aus nicht nachzuvollziehenden Gründen scheint sich die Meinung durchgesetzt zu haben, dass endodontische Maßnahmen an bleibenden Zähnen zum Alltag gehören und eine Pflege der Milchzähne zu vernachlässigen ist. Dabei wird vergessen, dass einzig behandelte Milchzähne kein Bakterienreservoir mehr für die bleibende Dentition darstellen.²⁵

Anatomie der Milchzähne

Im Vergleich zu den bleibenden Zähnen haben die Milchzähne folgende anatomische Besonderheiten: Der Schmelz ist sehr dünn, teils prismenlos und weniger mineralisiert. Eine posteruptive Schmelzreifung findet nicht statt. Das Dentin besitzt sehr große Tubuli und bietet den Bakterien somit eine bis zu fünffach größere Eintrittspforte. Die Pulpa ist voluminöser und liegt besonders im mesialen Bereich der Milchmolaren nah an der Oberfläche. Die Wurzeln sind grazil und häufig gekrümmt. Zusätzlich zu den Wurzelkanälen finden sich häufig akzessorische Kanälchen in der Furkation. Diese bedingen, dass sich osteolytische Prozesse eher dort als apikal manifestieren. Lange ging man davon aus, dass es während des kariösen Prozesses im Milchzahn früher als in der zweiten Dentition zu einer Infektion der Pulpa kommen müsse. Hier hat sich inzwischen eine differenziertere Betrachtungsweise durchgesetzt. Heute weiß man, dass proximale Läsionen an Milchzähnen schnell eine irreversible Pulpitis hervorrufen können, eine okklusale Läsion dagegen seltener bzw. erst dann, wenn sie deutlich tiefer ins Dentin vorgedrungen ist als proximal.^{29,34} Dennoch bleibt es von besonderer Bedeutung, frühzeitig kariöse Läsionen zu erfassen und zu behandeln, um ausgedehnte Läsionen mit entsprechend umfangreichem Behandlungsbedarf zu vermeiden. Ist z.B. eine

interradikuläre Osteolyse erst einmal aufgetreten, so kann es durchaus zur Auflösung der Knochenlamelle über dem nachfolgenden Zahnkeim mit Störungen in der Entwicklung bedingt durch die räumliche Nähe kommen (sog. Turner-Zähne)²⁵ (Abb. 1).

Pulpadiagnostik

Für die Behandlungsplanung ist es wichtig, den wahrscheinlichen Zustand der Pulpa zu diagnostizieren, da dieser ausschlaggebend für die nachfolgenden Maßnahmen ist. Die meisten Diagnosen sind jedoch mit Unsicherheit (diagnostische Unschärfe) belastet, die besonders bei unzureichender Auskunft durch Eltern und Kind nur eine Schätzung zulassen. Jede Behandlungsplanung sollte daher auf einer möglichst gründlichen Anamneseerhebung, Untersuchung und Befundung basieren, aber auch den weiteren dentalen Status sowie allgemeinmedizinische und soziale Aspekte nicht außer Acht lassen.^{25,45} In der Anamnese sind starke Schmerzen, v.a. in der Nacht, die das Kind nicht schlafen lassen, Aufbissbeschwerden und bereits verabreichte Schmerzmittel sichere Zeichen einer irreversibel entzündeten Pulpa. Aber auch die klinische Ausdehnung einer Karies, v.a. bei bereits eingebrochenen Läsionen, sowie momentane oder vorausgegangene intra- oder extraorale Schwellungen, geben einen Hinweis auf eine mögliche Entzündung der Pulpa⁴⁵ (Abb. 2).

Bei der Befundung eines Kindes ist es von absoluter Wichtigkeit, keinen Schmerz zu provozieren. So kann durch zunehmenden Fingerdruck anstelle eines Instrumentengriffes die vertikale und horizontale Perkussion sowie die Beweglichkeit des Zahnes überprüft werden. Die Sensibilitätsstestung mittels CO₂-Schnee oder Kältespray sollte abgewogen werden, da durch den evtl. als Schmerz wahrgenommenen Reiz die Bereitschaft für die nachfolgende Behandlung eingeschränkt wird.²⁵ Anders als bisher fordern Monteiro et al.³⁸ etwas mehr Zurückhaltung bei der Annahme, dass mit fortschreitender Resorption auch die Fähigkeit der Pulpa, Reize wahrzunehmen, abnimmt. Sie wiesen in einem Experiment nach, dass zwar Veränderungen in der Pulpa erkennbar sind, aber deutlich weniger als bisher angenommen, und daher nicht auszuschließen ist, dass Milchzähne viel länger als bisher vermutet sensibel reagieren können. Als nicht valide bei Milchzähnen gelten elektrische Tests sowie ein Wärmetest zur Überprüfung der Sensibilität.¹¹

Den Gleitpfad wie ein Experte präparieren



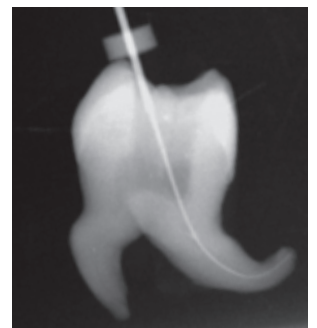
NEU!

*PathFile*TM

Erstes maschinelles NiTi-Feilensystem für die professionelle Aufbereitung des Gleitpfades – unabhängig von der endodontischen Erfahrung des Anwenders

- Hohe Bruchresistenz
- Exzellente Gleitpfad-Qualität und Sicherheit
- Zeitersparnis: kürzere Verweildauer im Kanal
- Einfache Handhabung

DENTSPLY DeTrey GmbH | De-Trey-Str. 1 | 78467 Konstanz | www.dentsply.de
Weitere Informationen unter der DENTSPLY Service-Line 08000-735000 (gebührenfrei).



PathFileTM im stark gekrümmten Wurzelkanal

For better dentistry

DENTSPLY
MAILLEFER



Abb. 1: Turner-Zahn, verursacht durch lang anhaltende interradikuläre und/oder apikale Osteolysen des Milchzahns. (Bild: Sammlung Prof. Dr. B. Klai-ber.) – **Abb. 2:** Submuköser Abszess am Zahn 54. – **Abb. 3:** Osteolyse im Furkationsbereich und periradikuläre Aufhellung um die distale Wurzel von 84. – **Abb. 4:** Karies und Osteolyse an Zahn 84. Der distale Wurzelrest wurde separat, atraumatisch entfernt. Der Zahn war zuvor nie versorgt worden.

Eine Besonderheit gilt es zu beachten: Milchzähne mit einer Schmerzanamnese, die aber sensibel reagieren, haben in einigen Fällen im Pulpakavum eine Zone der Nekrose, die sich bis in die entsprechende Wurzelpulpa ziehen kann.¹⁵ Selbst eine äußerst sorgfältige Therapieplanung kann hier ein Umdenken erzwingen. Vor der eigentlichen Behandlung ist in der Kinderzahnheilkunde anderes diagnostisches Vorgehen als beim erwachsenen Patienten notwendig. Für eine erfolgreiche Therapie sind diese Aspekte ebenso wichtig wie der altersgerechte Umgang mit den kleinen Patienten.

Röntgen

Im Milchgebiss sind Bissflügelaufnahmen nicht nur zur Kariesdiagnostik, sondern auch zur Beurteilung der interradikulären und/oder apikalen Situation geeignet^{24,25} (Abb. 3 und 4). Sie haben den Vorteil, dass oft auch der Keim des Nachfolgers zu beurteilen ist. Trotz des eindeutigen Nutzens für eine hochwertige Kariesdiagnostik bei geringer Strahlenbelastung – und im Milchgebiss auch für die endodontische Diagnostik – kommen Bissflügelaufnahmen dennoch wenig zum Einsatz.⁵⁰ Im Falle pulpitischer Beschwerden sind Röntgenbilder zur Absicherung der Diagnose und des weiteren Behandlungsverlaufs unverzichtbar.²⁵ Das Filmformat ist dabei alters- bzw. kooperationsabhängig. Es gilt aber: Je größer der gewählte Film ist, desto umfangreicher ist eine gute Diagnostik möglich. Das präoperative Röntgenbild enthält wichtige Informationen über die Lokalisation und Ausdehnung der Karies, den Zustand der Apikal- und Furkationsregion, den Grad der physiologischen und/oder pathologischen Wurzelresorption sowie den Zustand des nachfolgenden bleibenden Zahnkeimes^{25,45} und kann so über die Erhaltungswürdigkeit bzw. das endodontische Vorgehen entscheiden. Im Oberkiefer ist die Diagnostik durch Überlagerungen der nachfolgenden Zahnkeime erschwert (Abb. 5). Einzige Einschränkung bleibt die zweidimensionale Darstellung einer komplizierten dreidimensionalen Struktur. Die Folge ist das Nichterkennen komplexer Verästelungen abseits der Hauptkanäle, die bei der Aufbereitung des Zahnes möglicherweise Schwierigkeiten hervorrufen können. Weiterhin kann der Nachfolger durch sein Follikel eine interradikuläre Osteolyse vortäuschen.¹¹ Die Notwendigkeit von Nadelmessaufnahmen wird sehr vorsichtig diskutiert. Selbst wenn Feilen durch Guttaper-

chaspitzen ersetzt werden, bleibt die Gefahr der Verletzung des Nachfolgers durch zu tiefe Applikation der Spitzen oder Hinausschieben von kontaminiertem Material bestehen.⁵² Exkurs: Es wird häufig gefordert, dass eine Pulpektomie eine Wurzelresorption von weniger als einem Drittel voraussetzt. Da dies ungemein schwierig zu beurteilen ist, kann folgende Faustregel zur Anwendung kommen: Ab etwa vier Jahren hat die Wurzelresorption diese Grenze an den Frontzähnen überschritten, zwischen dem 7. und 9. Lebensjahr trifft dies für die Milchmolaren zu.²⁵

Indikation und Kontraindikation

Gemäß der Stellungnahme der DGZMK⁹, die aktuell überarbeitet wird, sowie europäischer und internationaler Leitlinien,^{16,45} sollten Milchzähne möglichst bis zu ihrem physiologischen Ausfall erhalten bleiben. Dementsprechend gelten für Front- und Seitenzähne unterschiedliche Kriterien. Der frühzeitige Verlust der Milchscheidezähne hat in den meisten Fällen keine schwerwiegenden Folgen für die bleibende Dentition. Er stellt viel eher einen ästhetischen, phonetischen und nicht zu unterschätzenden psychologischen Nachteil für das Kind dar^{9,25} (Abb. 6). Milchmolaren sind für die regelrechte Einstellung der Nachfolger bedeutsam, sichern Kaufunktion und normale Gebissentwicklung. So sollten insbesondere die zweiten Milchmolaren möglichst bis zur Einstellung (nicht Durchbruch) der Sechsjahrmolaren erhalten werden, um eine Lückeneinengung bzw. einen Lückenschluss für die Prämolaren zu vermeiden. Die Nichtanlage eines bleibenden Zahnes kann den Erhalt eines Milchzahnes sogar bis hin zu prothetischer Versorgung notwendig machen (Abb. 7). Endodontische Maßnahmen werden durch physiologische und pathologische Resorptionen mit gleichzeitig abnehmender Reparationsleistung der Milchzahnpulpa begrenzt. Nur wenn die Resorption der Milchzahnwurzel weniger als ein Drittel der Wurzellänge beträgt (röntgenologisch abzuschätzen, siehe auch Abschnitt Röntgen), die Prognose des Zahnerhaltes mindestens bis zum frühestmöglichen Extraktionstermin (ca. zwei Jahre vor physiologischem Ausfall) günstig ist und die Morphologie der Zahnkrone wiederhergestellt werden kann, ist eine aufwendige endodontische Maßnahme angezeigt. Die primäre Schwierigkeit besteht darin, dass auch auf einem Röntgenbild nicht immer alle Wurzeln gut zu beurteilen sind (Überlagerungen, besonders im Oberkiefer).



Zudem beginnt eine Resorption nicht zwingend apikal, sondern gelegentlich auch lateral⁵² (Abb. 8). Dies ist unter Umständen sehr schwer einzuschätzen und kann die Therapie erheblich beeinträchtigen.

Ist die Entscheidung zugunsten der Milchzahnendodontie gefallen, so sollte diese wie im bleibenden Gebiss möglichst unter adäquater Trockenlegung mit Kofferdam und aseptischen Kautelen erfolgen⁹ (Abb. 9). Der Erfolg einer endodontischen Behandlung wird an den klinischen und röntgenologischen Parametern der Symptomfreiheit festgemacht. Das heißt, es muss Schmerzfreiheit bestehen, es darf keine Fistelbildung oder erhöhte Zahnbeweglichkeit vorliegen, interne und externe Resorptionen sowie periapikale oder furkale Entzündungsprozesse sind auch bei klinischer Beschwerdefreiheit ein Misserfolg.^{25,45} Tabelle 1 gibt einen Überblick über die möglichen Indikationen und Kontraindikationen (in Anlehnung an die UK National Guidelines⁴⁵). Dort sind die Punkte aufgeführt, die in den meisten Fällen eine Indikation bzw. Kontraindikation darstellen. Im Einzelfall ist möglicherweise eine andere Entscheidung zu fällen.

Therapiemöglichkeiten

Während der sorgfältig geplanten Behandlung muss immer damit gerechnet werden, dass innerhalb der Behandlung kurzfristig umdisponiert werden muss. Grund dafür ist, dass, wie oben erwähnt, der Zustand der Milchzahnpulpa häufig nur geschätzt werden kann. In der Milchzahnendodontie stehen prinzipiell die Verfahren Caries profunda-Therapie, direkte Überkappung, Pulpotomie sowie Pulpektomie zur Verfügung. Ihre Anwendung entspricht aber nicht der bleibender Zähne, daher werden die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Verfahren im Folgenden erläutert.

Um möglichen Schaden durch Misserfolge der gewählten Behandlung vom Nachfolger abzuwenden, ist es wichtig, endodontisch behandelte Milchzähne regelmäßig klinisch und röntgenologisch nachzukontrollieren.⁴⁵

Caries profunda-Therapie/indirekte Überkappung

Die sogenannte indirekte Überkappung ist das Therapieverfahren der Wahl bei der klinisch symptomlosen Caries profunda ohne röntgenologische Pathologie zur Vitalerhaltung der Pulpa.⁹ Man erhofft eine Förderung der Reizdentinbildung und Dentinsklerosierung (Abb. 10). Dies hätte die Reduktion der Permeabilität des verbliebenen Restdentins als positive Folge.²⁵ Da mehrere Studien Erfolgsraten bis über 90 % nach dreijähriger Nachuntersuchung feststellten,^{2,18,19,20,54} hat dieses Verfahren in den letzten Jahren weltweit an Bedeutung gewonnen. Die Erfolgsrate scheint in hohem Maße von einem dichten Verschluss der Kavität nach Applikation eines geeigneten Materials (i. d. R. Kalziumhydroxid) abzuhängen, da dieser verbleibende Bakterien von weiterer Nahrungszufuhr abschneidet, aber vor allem eine erneute bakterielle Besiedelung verhindert (Abb. 11). Dass auch andere Materialien als Kalziumhydroxid einen gleichwertigen Erfolg haben können, hat Franzon²⁰ gezeigt. Außerdem scheint sich ab-

ENDO-MATE TC2

Ultraleichtes & kompaktes Handstück mit Drehmomentregulierung & automatischem Rücklauf.

- Leicht zu bedienendes, flaches Tastaturelement
- Drehmomentkontrolle von 0,1 bis 4,5 Ncm (je nach Untersetzung des gewählten Kopfes)
- Leichtes, komfortables Handstück

**ENDO-Mate TC2
Komplettsset inklusive
MP-F16R Kopf**

€ 1.095,00*

Beim Kauf
eines ENDO-MATE
und eines iPex
erhalten Sie
1 MPAS-F16R Kopf
GRATIS

**Sparen
Sie
€ 337,00***



**MPAS-F16R Kopf
für Anschluss an
Apexlokalisator**

€ 337,00*



Hochpräzise Apexlokalisierung

- Sofort exakte Messwerte
- Präziser, digitaler Apexlokalisator
- Akustisches Warnsystem
- Keine manuelle Kalibrierung notwendig

iPex

€ 769,00*

NSK Europe GmbH

Elly-Beinhorn-Str. 8, 65760 Eschborn, Germany

TEL: +49 (0) 61 96/77 606-0, FAX: +49 (0) 61 96/77 606-29



Abb. 5: Die Diagnostik im Oberkiefer ist durch Überlagerungen erschwert. Das gilt hier besonders für die distobukkale und palatinale Wurzel des Zahnes 64. – **Abb. 6:** Zustand nach Frontzahntrauma bei einem knapp dreijährigen Jungen vor acht Monaten. Der Zahn 61 ist endodontisch nicht mehr zu versorgen. – **Abb. 7:** Erhalt des Zahnes 55 bei einem inzwischen 80-jährigen Patienten. – **Abb. 8:** Aufgrund Schwierigkeiten bei Pulpotomie/Pulpektomie wurde der Zahn extrahiert. Die laterale Resorption war röntgenologisch zuvor nicht zu erkennen.

zuzeichnen, dass die indirekte Überkappung an den zweiten Milchmolaren erfolgreicher ist als an den ersten.³⁴ Ergänzend zum „neuen“ Trend der indirekten Überkappung muss kurz die Diskussion um die Exkavation der Karies beleuchtet werden. Eine systematische Übersicht der Cochrane Collaboration⁴⁴ stellte keine Unterschiede von vollständiger und partieller Kariesexkavation fest. Seit einigen Jahren verändern sich die Ansichten zur Notwendigkeit der vollständigen Kariesentfernung. Anstelle der kariesfreien Kavität gewinnt die Abgrenzung von Biofilm und Läsion an Bedeutung. Einige Studien konnten keine Kariesprogression bei Belassen von Restkaries und dichtem Verschluss nachweisen. Da bisher unsicher ist, ob zur Verbesserung der Prognose in einer weiteren Sitzung die belassene Karies zu entfernen ist, bleibt es abzuwarten, was neuere Studien bzw. die Zusammenfassung (Übersicht) mehrerer Studien zum Ergebnis haben werden. Zusätzlich gibt es inzwischen viele Hinweise auf eine Arretierung der Karies bei nicht vollständiger Entfernung und indirekter Überkappung in Milchzähnen.⁶ Die Misserfolgsrate wird teils auf unter 10 % geschätzt.^{2,18,19} Diese Ergebnisse berechtigen trotzdem nicht dazu, jede Behandlung nach diesem Schema auszuführen. Beides ist mit Unsicherheiten behaftet, steht gegenwärtig noch auf einem schwachen wissenschaftlichen Fundament, da gut angelegte Studien fehlen, und es gibt somit nur Hinweise auf mögliche zukünftige Behandlungsansätze. Eine gewissenhafte Diagnostik und darauf basierende Behandlung bleibt die Grundlage jeder endodontischen Behandlung. Nach Meinung mancher Autoren⁴⁸ wird die indirekte Überkappung oft als Verlegenheitslösung genutzt, um keine weiteren Maßnahmen durchführen zu müssen. In Anbetracht der Zahlen zum Versorgungsgrad der Milchzähne^{4,33} mag diese Sorge berechtigt sein.

Praktisches Vorgehen: Nach Lokalanästhesie sollte der Zahn unter Verwendung von Kofferdam von zutretendem Speichel isoliert werden. Die vollständige und restriktive Kariesentfernung im Bereich der Schmelz-Dentin-Grenze steht im Gegensatz zu einer umsichtigen Kariesentfernung z.B. mittels Handexkavator oder einem langsam rotierenden großen Rosenbohrer im pulpalen Bereich zur Vermeidung einer Pulpaeröffnung. Zur Abdeckung des pulpanahen Kavitätenbodens werden erhärtende Kalziumhydroxidpräparate, Glasionomere, und Zinkoxid-Eugenol-Präparate verwendet.⁴⁵ Der abschließende Verschluss der Kavität mit einer direkten adhäsiven Restauration oder die

Versorgung mit einer konfektionierten Stahlkrone (Abb. 12) haben die besten Ergebnisse zum Schutz vor erneuter bakterieller Kontamination bei Milchmolaren ergeben.²³

Direkte Überkappung

Die Indikation zur direkten Überkappung ist im Milchgebiss laut DGZMK-Stellungnahme⁹ auf die punktförmige Freilegung (z.B. während der Kavitätenpräparation oder infolge eines Traumas) der klinisch gesunden Pulpa im kariesfreien Dentin begrenzt.⁹ Die freigelegte Stelle sollte nach suffizienter Blutstillung mittels Kalziumhydroxid überkappt werden.^{9,21,45} Manche Autoren fordern noch mehr Zurückhaltung und empfehlen die direkte Überkappung primär nur bei Milchmolaren ein bis zwei Jahre vor der natürlichen Exfoliation.^{21,45} Man will so vermeiden, dass ein möglicher Misserfolg eine weitere Behandlung des Zahnes unmöglich macht. Die genannten Zweifel begründen sich allerdings auf Ergebnissen, bei denen die direkte Überkappung mit Kalziumhydroxid durchgeführt wurde. Aufgrund neuerer Publikationen, die gute klinische Ergebnisse bei der direkten Überkappung von Milchzähnen mit MTA (Mineral Trioxide Aggregate) beschrieben haben, gewinnt diese Behandlungsmethode möglicherweise wieder an Bedeutung.¹⁰ Dennoch ist kein Grund zum überstürzten Handeln gegeben, es handelt sich hier zunächst um erste Ergebnisse und vorsichtige Empfehlungen.

Zuvor wurde schon beschrieben, dass die Einschätzung des realen Zustandes der Pulpa im Milchgebiss erschwert ist. Auch fällt die Einschätzung des kariösen Prozesses schwerer.⁵¹ Betrachtet man nun zusätzlich die Datenlage zur direkten Überkappung, so würde der Behandlung unter Umständen eine weitere Unsicherheit zugestanden, deren Misserfolg schlimmstenfalls in unnötige (weitere) Behandlungen für die Kinder – meist mit vorausgegangenen Beschwerden/Schmerzen – münden würde. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist diese Maßnahme im Milchgebiss sehr sorgfältig abzuwägen.

Praktisches Vorgehen: Der Durchmesser einer eröffneten Pulpa eines symptomlosen Zahnes sollte nicht größer als ein Stecknadelkopf und frei von Speichelkontamination sein. Das nur auf die freiliegende Pulpa aufgetragene Kalziumhydroxid soll die Reizdentinbildung stimulieren und so die „Pulpawunde“ heilen sowie die Vitalität erhalten.²¹ Wichtig ist auch hier ein bakterien-dichter Verschluss der Kavität.⁴⁵

Obwohl diese Technik nach klinischen Erfahrungen sehr Erfolg versprechend ist,^{3,14} wird sie im englischsprachigen Raum aufgrund der fehlenden Langzeituntersuchungen und der hohen Rate an internen Resorptionen für das Milchgebiss als nicht indiziert beachtet.^{16,32,45}

Pulpotomie/Vitalamputation

Das Verfahren der Pulpotomie ist die am häufigsten durchgeführte endodontische Behandlungsmaßnahme im Milchgebiss. Sie ist bei einer Freilegung der Pulpa im kariösen Dentin, bei artifizieller zervikaler Eröffnung bzw. bei einer großflächigen Eröffnung der Pulpa z.B. durch Trauma am klinisch symptomlosen Zahn angezeigt.^{9,16,45} Sie wird gelegentlich nach Höhe der Amputationsstelle in partielle, vollständige und hohe (zervikale) Pulpotomie eingeteilt (Abb.13). Alle drei Arten verfolgen aber das gleiche Ziel, nämlich die Entfernung entzündlich veränderten koronalen Pulpagewebes, die Vitalerhaltung der radikulären Pulpa sowie den Erhalt des Zahnes bis zur natürlichen Exfoliation. Voraussetzung hierfür ist eine nicht pathologische Wurzelsituation, d.h. das eine physiologische Wurzelresorption von weniger als einem Drittel der Wurzellänge vorliegt, dass keine periapikalen und furkalen Entzündungsprozesse sowie interne und externe Resorptionen röntgenologisch nachweisbar sind.²⁵ Klinisch sollte der Zahn symptomfrei sein, im äußersten Fall nur vorübergehend Schmerzen verursacht haben.⁴⁵ Absolute Kontraindikation sind spontane Schmerzen.⁴⁵

Sollte die partielle und/oder vollständige Pulpotomie keine suffiziente Blutstillung ermöglichen, so ist von einer weiterreichenden Entzündung auszugehen, wobei die hohe (zervikale) Pulpotomie den logisch folgenden nächsten Schritt darstellt. Hierbei wird mit einem Diamanten im Eingangsbereich der Wurzelkanäle zusätzlich Pulpagewebe abgetragen. Der Übergang zur Pulpektomie ist beinahe fließend.

Praktisches Vorgehen: Unter Lokalanästhesie wird die Karies vollständig entfernt, anschließend das Pulpakammerdach z.B. mit einem Batt-Bohrer vollständig abgetragen und das koronale Pulpagewebe – nach Möglichkeit – mit einem sterilen Diamanten „abgeschnitten“. Die Farbe der Blutung kann schon einen Hinweis auf eine mögliche Blutstillung geben.¹¹ Die alleinige Applikation eines mit isotoner Kochsalzlösung getränkten Wattepellets auf die Pulpastümpfe sollte innerhalb von vier Minuten zu einer ausreichenden Blutstillung führen.⁴⁵ Wahlweise können auch andere Agenzien zur Blutstillung verwendet werden. Zur Verfügung stehen u.a. Eisen-III-Sulfat, Natriumhypochlorit, Wasserstoffperoxid, adrenalingetränkte Pellets o.ä. Sollte nach einer Wiederholung eines beliebigen Verfahrens noch immer keine adäquate Blutstillung eingetreten sein, so ist von einer weitreichenden Entzündung des Restgewebes auszugehen. In Betracht kommen nun Pulpektomie oder sogar Extraktion, da die Ausbildung eines Blutkoagulums an der Amputationsstelle negative Auswirkungen auf den Therapieerfolg hätte. Ein Blutkoagulum würde die Entwicklung einer Entzündungsreaktion begünstigen, die Ausbildung einer Hartgewebsbrücke verhindern und interne Resorptionsprozesse bis hin zu einer Pulpanekrose fördern.⁹ Nach erfolgreicher Blutstillung werden die radi-

kulären Pulpastümpfe mit einem Wundverband abgedeckt. Mehr dazu finden Sie im Abschnitt Materialien.

Exkurs: Weitere Verfahren zur Blutstillung nach Pulpotomie Wegen ihrer hämostatischen Wirkung bei der Vitalamputation können Laser- und Elektrochirurgie angewendet werden.⁹ Allerdings sind bislang methodenspezifische Parameter wie Stromstärke, Wellenlänge, Energiedichte, Expositionszeit und thermische Nebenwirkungen ungeklärt. Zudem kann sich unter einer laserinduzierten Nekrose noch irreversibel entzündetes Gewebe befinden.⁴⁵ Da die Datenlage zu diesen Verfahren noch dürftig ist, können diese Therapieverfahren nicht empfohlen werden.^{9,45}

Pulpektomie

Die Möglichkeit, einen Milchzahn durch Pulpektomie mit anschließender Wurzelkanalfüllung zu erhalten, ist vom Zustand des Milchzahns sowie der Mitarbeit von Kind und Eltern abhängig. Bei der Pulpektomie steht die Entfernung des entzündeten oder nekrotischen Gewebes der radikulären Pulpa sowie die vorsichtige Reinigung und Formgebung des Kanalsystems im Vordergrund. Die Anforderungen an das Wurzelfüllmaterial sind eine adäquate Resorptionszeit (gleich der Wurzelresorption) und schneller Abbau bei Überstopfung bzw. zumindest keine Fremdkörperreaktion. Ein Milchzahn kann so selbst bei nicht erfolgreicher hoher (zervikaler) Pulpotomie, Anzeichen interradikulärer oder apikaler Osteolyse erhalten werden. Grundsätzlich kann die Pulpektomie als Single-Visit erfolgen, abhängig davon, ob die Wurzelkanäle nach der Aufbereitung zu trocken sind. Meist ist aber bei einer Nekrose der radikulären Pulpa eine medikamentöse Einlage für sieben bis zehn Tage notwendig.⁴⁵

Praktisches Vorgehen: Zur Aufbereitung gibt es mehrere Angaben, die sich aber nur geringfügig unterscheiden. Die Arbeitslängen sollte 2–3 mm vom Apex entfernt liegen,²⁸ die Aufbereitung der Kanäle bis etwa ISO 30 erfolgen (nur in Ausnahmefällen weitere Aufbereitung). Von einer forcierten Aufbereitung ist abzusehen. Als Spüllösungen kommen Natriumhypochlorit (0,1%), Chlorhexidin (0,4%) oder Kochsalz (0,9%) in Betracht.^{34,45} Bei der Trocknung der Kanäle ist von einer Überinstrumentierung der Kanäle unbedingt abzusehen. Ein geeignetes Wurzelfüllmaterial ist in die Kanäle einzubringen. Der Abschnitt Materialien gibt Empfehlungen für entsprechende Werkstoffe. Bawazir et al.⁵ haben untersucht, dass es keinen Unterschied macht, ob die Wurzelkanalfüllpaste mittels Lentulo im Handstück oder von Hand eingebracht wird. Manche Anbieter haben spezielle Kanülen entwickelt (Abb.14), die das Einbringen des Materials bis tief in den Kanal ermöglichen. Daten zur Effektivität stehen hier noch aus.

Die Angabe, dass bei Aufbereitung und Füllung bis zu 2mm Abstand vom Apex gehalten werden sollen, orientiert sich daran, dass ein Misserfolg bei einer Wurzelkanalfüllung eher auf eine Über- als eine Unterfüllung begründet ist.^{21,26,45} Erfolgsraten bei der Pulpektomie werden mit bis zu 90% angegeben.⁴⁵ Es gibt Angaben, dass die Pulpektomie erfolgreicher als die Pulpotomie (hier mit Eisensulfat) sei. Da aber Eisensulfat nur eines von vielen angewandten Materialien ist, ist diese Aussage mit Vorsicht zu werten.¹³



Abb. 9: Aseptische Kautelen durch den Gebrauch von Kofferdam für die indirekte Überkappung (Zahn 75) und Pulpotomie (Zahn 74). – **Abb. 10:** Indikation für eine direkte Überkappung. Hier wurde keine zweite Exkavation durchgeführt, der Zahn ist dreieinhalb Jahre später exfoliiert und war über den gesamten Zeitraum symptomfrei. – **Abb. 11:** Dichter, adhäsiver Verschluss nach indirekter Überkappung. – **Abb. 12:** Bakteriendichter Verschluss am Milchzahn nach endodontischer Maßnahme (hier Pulpektomie).

Endometrie

Bisher wurde die endometrische Längenbestimmung auch für Milchzähne empfohlen.^{30,31,36} Nach einer neueren Studie von Bodur et al.,⁸ in der zwei handelsübliche Geräte getestet wurden, wird sie nur noch in Kombination mit anderen diagnostischen Methoden zu Längenbestimmung des Wurzelkanalsystems empfohlen. Grund dafür ist laut Autoren, dass die getesteten Geräte teils sehr unterschiedliche Längen bestimmen und besonders ungenau bei schon beginnender Wurzelresorption sind.

Schmerz- bzw. Notfallbehandlung

Für die bleibende Dentition ist die Desensibilisierung mittels verschiedener temporärer Einlagen eine allgemein gängige Methode. Anders dagegen im Milchgebiss: Es gibt kaum verlässliche Daten, sondern beinahe ausschließlich Expertenempfehlungen,⁴⁵ obwohl dieses Verfahren schon 1971 von Hansen als erfolgreich beschrieben wurde.⁵⁶ Sollte eine solche Behandlung angestrebt werden (z.B. als Vorbereitung vor ITN-Sanierung,

bei gegenwärtigem Anästhesieversagen o.ä.), so erfolgt die Desensibilisierung zur Reduktion akuter Beschwerden und als Vorbereitung auf eine spätere Pulpotomie/Pulpektomie. Es darf keinen Anhalt für einen Vitalitätsverlust geben. Das Vorgehen entspricht dem an bleibenden Zähnen.

Ein häufiges Ärgernis stellt das Herunterschleifen eines Milchzahns mit anschließendem Offenlassen als Notfallbehandlung dar. Seit Jahren wird immer wieder darauf aufmerksam gemacht, dass dies bestenfalls dann Sinn macht, wenn in einem akzeptablen Zeitraum die weitere Versorgung (i.d.R. Exzision) stattfindet. Meist aber wird dieses Bakterienreservoir belassen, Aufbissbeschwerden durch Gingiva- oder Pulpapolyphen in Kauf genommen und das alles unter dem Deckmantel der Platzhalterhaltung. Sämtliche Prinzipien der Prävention und kindgerechten Behandlung sprechen gegen ein solches Vorgehen. Es mag für den Moment einfach und effektiv sein, die langfristigen Folgen sind verheerend und produzieren genau das, was man versucht zu verhindern (Schmerzen, Fistelungen, Abszesse, reduziertes Allgemeinbefinden).

Praktisches Vorgehen: Nach Kariesentfernung – möglichst unter Kofferdam – wird ein kleines, mit Ledermix®

	Allgemeinmedizinisch	Zahnärztlich	Sozial
Indikationen	Risikopatienten für eine Exzision (z.B. bei Blutgerinnungsstörungen o.ä.) Erhöhtes Narkoserisiko (kardiale Erkrankungen, myotone Dystrophie, maligne Hyperthermie u.ä.)	Wenige Zähne, die eine endodontische Behandlung benötigen (<3) Nichtanlage bleibender Zähne Wünschenswerte Vermeidung einer Mesialwanderung der ersten bleibenden Molaren	Patienten in regelmäßiger zahnärztlicher Behandlung, mit guter Compliance und guter elterlicher Einstellung zum Zahnerhalt
Kontraindikationen	Patienten mit erhöhtem Infektionsrisiko (z.B. immunsupprimierte Patienten und Patienten mit Endokarditisrisiko)	Nicht restaurierbarer Zahn nach endodontischer Behandlung Periapikale, furkale, interne und externe Resorption Viele Zähne, die wahrscheinlich eine endodontische Behandlung benötigen (>3) Zähne mit > 2/3 Wurzelresorption kurz vor physiologischer Exfoliation Bereits vorliegender Verlust des kontralateralen Zahnes im Falle eines 1. Milchmolaren oder bereits diagnostizierte Indikation für eine kieferorthopädische Behandlung Schwerwiegender pathologischer Prozess oder akute Schwellung des Gesichtes mit der Notwendigkeit einer Notfallversorgung	Patienten ohne regelmäßige zahnärztliche Betreuung mit mangelnder Compliance und Unverständnis der Eltern für einen Zahnerhalt

Tab. 1: Indikationen und Kontraindikationen für einen Milchzahnerhalt (gemäß den UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry – Pulp therapy for primary molars⁴⁵).

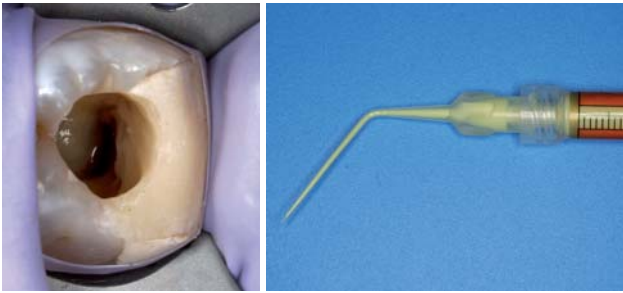


Abb. 13: Zustand nach hoher (zervikaler) Pulpotomie nach Blutstillung mit einem in Kochsalz getränkten Pellet. Der Übergang zur Pulpektomie ist fließend. – **Abb. 14:** Gemisch aus Kalziumhydroxid und Iodoform für die Wurzelkanalfüllung in praktischer Applikationsspritze (hier: Magipes, Meta Biomed Co., Ltd., Korea)

getränktes Watte- oder Schaumstoffpellet direkt auf die eröffnete Stelle der Pulpa platziert und die Kavität mit einem möglichst dichten provisorischen Material verschlossen. Nach einer Liegedauer von ca. 7 bis 14 Tagen sollte je nach klinischer Situation mit einer Pulpotomie oder Pulpektomie fortgefahren werden.⁴⁵

Materialien

So wie sich das Verständnis für Kariesentwicklung und -progression während der letzten Jahre verändert hat, so hat sich auch das Wissen über die Regenerationsfähigkeit der Pulpa weiterentwickelt.⁵⁷ Dieses neue Verständnis erfordert eine Anpassung der Methoden.⁵⁷ Verwunderlich ist, dass trotz des neueren, biologischeren Ansatzes an einem Mittel festgehalten wird, das nachweislich potenziell zyto- oder auch genotoxisch ist.

Formokresol

Seit der Einführung durch Sweet 1932 war Formokresol das am meisten verwendete Medikament zur Pulpotomie in der ersten Dentition und scheint auch heute noch das am weitesten verbreitete und verwendete Pulpotomie-Agens zu sein.²¹ Auf jeden Fall ist es das am meisten diskutierte. Man sollte sich auch dieser Diskussion stellen, da nur so ein wirklicher Fortschritt erzielt werden wird.⁵⁷ Es wird/wurde als 20%ige Buckley'sche Lösung für ca. fünf Minuten mit einem Wattepellet auf die radikulären Pulpenstümpfe gegeben, um eine oberflächliche Gewebefixation zu erreichen. Allerdings wuchsen die Bedenken über die Anwendung beim Menschen aufgrund seines mutagenen, toxischen, kanzerogenen sowie immunogenen Potenzials.^{3,7,43} Die International Agency for Research on Cancer stuft im Juni 2004 Formokresol als kanzerogen für den Menschen ein und überließ es dem Ärztestand, Alternativen für die Verwendung von Formokresol zu finden.^{12,21} Auf der momentan vorliegenden Datenbasis fand eine Expertengruppe heraus, dass es einen Zusammenhang zwischen einer Formaldehydexposition und der Auslösung von nasopharyngealen Karzinomen und Leukämie beim Menschen gibt, was eine Neubewertung des Formokresoleinsatzes in der Milchzahnendodontie nach sich zog. Eine Revision der DGZMK-Stellungnahme, die paraformaldehydhaltige



Größe zu zeigen ist unsere Stärke

- **Hochauflösende Optiken**
- **Komfortable Sitzhaltung**
- **Außergewöhnlich großes Sichtfeld**
- **Herausragende Tiefenschärfe**

Die Lupensysteme von Orasoptic überzeugen durch erstklassige Optiken und eine passgenaue Einstellung. Die stets exakte und somit optimal auf Ihre Augen und Haltung abgestimmte Ausrichtung der Okulare ermöglicht ein äußerst entspanntes Arbeiten.

Sigma Dental – damit Sie immer alles im Blick haben!

Präparate am Milchzahn noch in Ausnahmefällen akzeptiert, folgt.^{9,25,45}

Es scheint zwar einerseits unwahrscheinlich, dass eine oder mehrere Pulpotomien mit Formokresol ein Risiko darstellen,³⁷ doch andererseits fehlen sichere Daten dazu. Was man sicher weiß, ist, dass es keine Angaben zur Belastung von Arzt und Patient gibt,⁵⁷ d.h. man arbeitet mit einer großen Unsicherheit und muss das vor sich selbst und seinem Patienten verantworten. Weiterhin gibt es inzwischen zahlreiche Nachweise dafür, dass andere Materialien in der Pulpotomie eine ähnliche, gleiche oder sogar bessere Erfolgsrate als Formokresol haben.^{15,21}

Kalziumhydroxid

Mit zunehmender Skepsis wird Kalziumhydroxid gesehen, da es sich abzuzeichnen scheint, dass die Ergebnisse in der Milchzahnendodontie doch schlechter sind als die anderer Materialien.²¹ So wurde in der Vergangenheit wiederholt auf Misserfolge durch interne Resorptionen hingewiesen.^{56,58} Sofern es zum Einsatz kommt, wird es als gut kondensierte Schicht aus reinem Kalziumhydroxid-Pulver auf die radikulären Pulpastümpfe appliziert. Die Erfolgsraten variieren von 30 bis 100%.^{35,42,56,58} Der alkalische pH-Wert des Kalziumhydroxids induziert nicht nur eine Neutralisation der Milchsäure der Osteoklasten, welches eine Auflösung der mineralischen Bestandteile des Dentins nach sich ziehen würde, sondern aktiviert auch die alkalische Phosphatase, die eine wichtige Rolle in der Hartgewebsbildung spielt.³⁹

Kalziumhydroxid und Iodoform

Da diese beiden Stoffe insbesondere bei der Wurzelkanalfüllung erfolgreicher als ZOE sind,^{40,45} wird diese Kombination heute empfohlen. Vorteil dieser Paste ist, dass sie in der gleichen Geschwindigkeit wie die Wurzeln resorbiert wird. Bei ZOE tritt meist eine verlangsamte Resorption ein, bei der die im Knochen/Gewebe verbleibenden Reste Fremdkörperreaktionen hervorrufen können.⁴⁰

Eisensulfat

Eisensulfat wird als 15,5%ige Lösung für ca. 15 Sekunden auf die verbleibende radikuläre Pulpa gegeben, mit Kochsalz gründlich abgespült und getrocknet. Seine hämostatische Wirkung kommt durch eine chemische Reaktion bei Blutkontakt zustande: Es kommt zur Ausbildung eines Eisen-Protein-Komplexes über der darunterliegenden vitalen Restpulpa, der einen mechanischen Gefäßverschluss herbeiführt und somit die Bildung eines Blutkoagulums verhindert.^{22,25,45} Eisensulfat wird somit hauptsächlich zur Blutstillung eingesetzt, die Pulpa wird mit unterschiedlichen Materialien abgedeckt. Dennoch spricht man von der „Eisensulfat-Pulpotomie“.

MTA

MTA (Mineral Trioxide Aggregate) wurde Anfang der Neunzigerjahre in die Zahnheilkunde eingeführt. Es wurde ursprünglich als apikales Wurzelfüllmaterial bei bleibenden Zähnen entwickelt, zeigte aber auch gute Eigenschaften bei der Verwendung zur Pulpotomie im

Milchgebiss. Es ist nicht nur biokompatibel, sondern auch bioinduktiv, d.h. es ist in der Lage, die Freisetzung von Zytokinen aus Fibroblasten der Pulpa zu induzieren, was in einer Hartgewebsbildung resultiert.¹⁷ Seine hohe Dichtigkeit gegenüber Bakterien ist z.B. besser als bei Zinkoxid-Eugenol-Materialien.¹⁴ Die Ergebnisse der Behandlungen mit MTA werden zunehmend vielversprechender.⁴¹ MTA besteht zum allergrößten Teil aus Portlandzement. Die Zusammensetzung von MTA wechselt ständig. In keiner Studie, in der MTA quantitativ untersucht wurde, war das Material bisher identisch.⁵³ Das mag auch die verschiedenen histologischen Reaktionen erklären.¹⁰ MTA besitzt sehr ähnliche Eigenschaften wie Kalziumhydroxid, es scheint aber geringfügig weniger empfindlich bei histologisch suboptimaler Blutstillung. Zudem bietet es ähnlich wie Zinkoxidphosphatzement eine druckstabilere Unterlage als Kalziumhydroxidsuspension o.ä. Klinisch-röntgenologische Erfolgsraten liegen derzeit zwischen 90 und 100%.^{1,26} Aber auch hier ist einschränkend anzumerken, dass es noch nicht ausreichend Studien von MTA am Menschen gibt, um zu einem abschließenden Ergebnis zu kommen.⁴⁹ Zudem steht einer breiten Verwendung als Pulpotomieagens der aktuell noch sehr hohe Preis im Weg.

MTA wird mit sterilem Wasser zu einer sandigen Konsistenz angemischt und auf die radikulären Pulpastümpfe appliziert. Das Material ist hydrophil, härtet klinisch inert über wenige Stunden bei einem pH-Wert von 12,5 aus und erreicht seine endgültige Abbindung nach mehr als 24 Stunden.^{46,47} Auch hier ist ein dichter koronaler Verschluss essenziell.

Fazit für die Praxis

Die Milchzahnendodontie stellt hohe Anforderungen und psychologisches Geschick an den Behandler. Sie ist zudem ein Bereich, für den viele neue und teils auch widersprüchliche Ergebnisse publiziert werden. Es kommt also zur eigentlichen Behandlung hinzu, dass es von besonderer Bedeutung ist, neu vorgestellte Verfahren zu bewerten und möglicherweise in den Praxisalltag zu integrieren. Diese Übersicht soll ein Update sein, das die wichtigsten Punkte der Endodontie bei Milchzähnen beschreibt. Für Interessierte sei auf das Literaturverzeichnis hingewiesen, in dem sicher noch viele Artikel enthalten sind, die einzelne Schwerpunkte tiefergehend beleuchten. ■

Eine Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

KONTAKT

Dr. med. dent. Stefanie Feierabend

Universitätsklinikum Würzburg
Poliklinik Zahnerhaltung und Parodontologie
Pleicherwall 2, 97070 Würzburg
Tel.: 09 31/20 17 48 22
E-Mail: Feierabend_S@klinik.uni-wuerzburg.de



AmericanDental

Aktuelles und Spezielles aus der Zahnmedizin **SPEZIAL**

Hervorragende Preis-Leistung

Hochleistungs-Mikroskop für jede Praxis

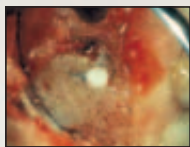
Aufgrund preislicher Überlegungen war das Arbeiten mit Dentalmikroskopen bislang einer relativ kleinen Zahl hochspezialisierter Zahnärzte vorbehalten. Das Keydent Micro-ENDO bietet eine hervorragende Preis-Leistung und rentiert sich dadurch für jeden Zahnarzt.

Keydent MicroENDO

- 1 Objektiv zur Auswahl – für verschiedene Arbeitsabstände (f=200, f=250, f=300, f=400)
- 3-stufiger Vergrößerungswechsler (bei f=200: 9,3x, 15x, 24x)
- Mit ein-schwenkbarem Grün- und Orange-Filter

- Halogenlicht
- Mit Beamsplitter für Kamera-/Videoanschluss, Mitbeobachter optional ■

€ 3.490,-
zzgl. MwSt.



E&Q MASTER

Thermoplastische Obturation unplugged

Die bakteriendichte Abfüllung des kompletten Wurzelkanalsystems gelingt am besten mit dem Einsatz warmer Guttapercha-Techniken. Ein neues kabelloses Kompletgerät für die thermoplastische Obturation garantiert eine noch bessere Behandlungseffizienz.

E&Q Master verbindet die Funktionen für Downpack und Backfill auf ökonomische und komfortable Art und Weise. Ein Handstück für die Plugger zur vertikalen Kondensation nach Buchanan ist ebenso vorhanden wie eine Pistole für das Auffüllen des restlichen Kanals mit flüssiger Guttapercha. Ein ungehindertes Arbeiten ohne störende Kabel bei problemlosem Wechsel zwischen verschiedenen Behandlungseinheiten bietet beste Voraussetzungen für den bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanalsystems.

percha geeignet. Er kann auch zum Abschneiden oder Kürzen der Guttaperchaspitzen oder zum Auffüllen des Wurzelkanals durch wiederholtes Downpacking verwendet werden.

E&Q Pistole

Die Pistole wird zum direkten Injizieren erwärmter Guttapercha in den Wurzelkanal verwendet. Sie ermöglicht ein schnelles und einfaches Auffüllen des restlichen Wurzelkanals. ■



E&Q Pen

Der Pen ist für die vertikale Kondensations- oder Downpacking-Technik mit erwärmter Gutta-

EDTA und Chlor-Xtra mit heizbarer Fill Station

Irrigation des Wurzelkanalsystems bei optimaler Temperatur

Zur Erlangung einer optimalen Keimreduktion setzt die moderne Endodontie geeignete Spüllösungen ein, die den zu behandelnden Zahn gleichermaßen schonend wie gründlich desinfizieren.

Die bewährten Spüllösungen und die neue Fill Station, optional jetzt auch mit integrierter Heizung, aus dem Hause ADSystems ermöglichen ein optimales antiseptisches Behandlungskonzept in der Endodontie.



Die Fill Station

Diese praktische Neuheit ermöglicht ein schnelles und tropfenfreies Abfüllen der Spritzen mit den endodontischen Spüllösungen EDTA und Chlor-Xtra. Die Arbeit geht

schnell und leicht von der Hand, besonders wenn die Fill Stations nebeneinander zur Verfügung stehen, die die Spüllösungen parallel vorgehalten.

EDTA Solution 17%

EDTA erweicht das Dentin der Kanalwand, somit kommen Feilen und Reamer leichter voran. Abwechselndes Spülen mit EDTA und NaOCl reduziert die

Schmierschicht sehr effektiv. Die Anzahl der Keime wird durch das alternierende Spülen mit der EDTA Solution 17% klinisch deutlich besser reduziert als durch NaOCl alleine.

Chlor-Xtra

Natrium-Hypochlorid 6%

Die Effektivität von NaOCl kann durch eine Erwärmung in der neuen heizbaren Fill Station auf 45°C signifikant gesteigert werden. Eine Temperaturerhöhung von NaOCl bewirkt eine Herabsenkung der Oberflächenspannung, eine tiefere Penetration in den Wurzelkanal, eine bessere Benetzung der Dentinoberfläche und ein erleichtertes Eindringen in Seitenkanäle und Dentintubuli. ■

HERAUSGEBER

AMERICAN
Dental Systems

Telefon 08106/300-300

www.ADSystems.de