

Zahnmedizin *up2date*

5 · 2018

Kinder- und Jugendzahnheilkunde 4

Milchzahnendodontie

Katrin Bekes

DOI: 10.1055/a-0630-9324

Zahnmedizin up2date 2018; 12 (5): 395–411

ISSN 1865-0457

© 2018 Georg Thieme Verlag KG

In dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Frühzeitiger Milchzahnverlust und deren Ersatz durch Lückenhalter und Kinderprothesen N. Schulz-Weidner, C. Uebereck Heft 1/2018

Lachgassedierung in der Kinderzahnheilkunde I. von Gymnich Heft 5/2016

Traumatologie der unreifen bleibenden Dentition N. Schulz-Weidner, C. Uebereck, N. Krämer Heft 2/2016

Hypnose bei der Zahnbehandlung von Kindergarten- und Grundschulkindern G. Zehner, H.-C. Kossak Heft 1/2016

Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation R. Steffen, N. Krämer, H. van Waes Heft 4/2015

MTA in der Kinderzahnmedizin – Grundlagen zum Material und Anwendungen in der Kinderzahnmedizin R. Steffen, N. Krämer, H. van Waes Heft 6/2014

Zahnärztlich-chirurgische Maßnahmen bei Kindern G. Viergutz, G. Hetzer Heft 5/2013

Zahnärztliche Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und chronischen Erkrankungen R. Heinrich-Weltzien, J. Kühnisch, K. Bücher Heft 4/2013

Problem Milch-5er – Persistenz, Nichtanlage, erschwerter Durchbruch, Ankylose R. Steffen, H. van Waes Heft 6/2012

Behandlungskonzept von Kindern in Sedierung oder Vollnarkose V. Bürkle Heft 4/2011

Schmerzausschaltung bei Kindern und Jugendlichen M. Daubländer, N. Shabazfar, P. Kämmerer Heft 3/2011

Kariesprophylaxe in der Kinderzahnheilkunde U. Schiffner Heft 6/2010

Molar-Incisor-Hypomineralization V. Knapp, S. Nies Heft 5/2009

Füllungstherapie im Milchgebiss N. Krämer, R. Frankenberger Heft 4/2009

Traumatologie im Milchgebiss G. Viergutz, G. Hetzer Heft 4/2008

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos! <https://eref.thieme.de/zahn-u2d>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt: www.thieme.de/eref-registrierung

Milchzahnendodontie

Katrin Bekes



Für das Milchgebiss gilt die in den letzten Jahren zu beobachtende Verbesserung der Zahngesundheit nur eingeschränkt. Insbesondere die frühkindliche Karies hat sich wegen ihrer großen Verbreitung und ihres raschen Verlaufs zu einem wachsenden Problem entwickelt [1]. Neben der restaurativen Versorgung von Milchzähnen gehören folglich auch endodontische Maßnahmen im Milchgebiss zu den häufigsten Arbeiten in der Kinderzahnheilkunde.

Einleitung

Die frühkindliche Karies (Early Childhood Caries, ECC) stellt nach wie vor weltweit ein Problem dar [2]. Sie gilt gegenwärtig als häufigste chronische Erkrankung im Vorschulalter [3] und dominiert mit zum Teil massiver Gebisszerstörung das Gesamtkariesaufkommen (► **Abb. 1**). Obwohl Deutschland in der Breite der zahnmedizinischen Behandlung insgesamt einen hohen Versorgungsgrad erreicht hat, ist auch hier die frühkindliche Karies unverändert immer noch als ein ernsthaftes und ungelöstes Versorgungsproblem einzustufen.

In einem kürzlich veröffentlichten Review berichten die Autoren von einer globalen Prävalenz der ECC zwischen 1% und 12% in den Industrienationen, sowie von ca. 70% in Entwicklungsländern und benachteiligten Bevölkerungsgruppen entwickelter Länder [2]. In Deutschland liegt die durchschnittliche Prävalenz bei 13,7%, unter Einbeziehung der Initiailläsionen sogar zwischen 14,4% und 24,6% [1]. Für das Auftreten spielen der sozioökonomische Status, ein Migrationshintergrund und/oder eine eingeschränkte Kooperationsfähigkeit eine bedeutende Rolle.

Gleichzeitig ist zu vermerken, dass auch der Sanierungsgrad der Milchzähne nicht zufriedenstellend ist. Aktuelle Daten zeigen, dass immer noch knapp die Hälfte (42,6%) der kariösen Milchzähne nicht saniert ist [1]. Der Erhalt von Milchzähnen bis zur regulären Exfoliation ist für eine reguläre Entwicklung der Dentition jedoch von großer Bedeutung [4]. Milchzähne erfüllen wichtige Funktionen. Sie dienen nicht nur als Platzhalter für die nachfolgenden bleibenden Zähne, sondern sind ebenfalls bedeutend für das Kauen, die Sprachentwicklung sowie für eine gesunde psychische Entwicklung. Folglich sollten die Dentis decidui so lange wie möglich erhalten werden.



► **Abb. 1** Ausgeprägte frühkindliche Karies aufgrund des exzessiven Genusses von Säften in der Flasche.

Endodontische Maßnahmen bieten eine Möglichkeit, Milchzähne bis zu ihrer natürlichen Exfoliation zu erhalten. Für das Milchgebiss sind verschiedene endodontische Therapieverfahren denkbar, die im Nachfolgenden detailliert beleuchtet werden. Angesichts der relativ kurzen Funktionsperiode des Milchgebisses sollte es dabei das Ziel sein, einen defekten Milchzahn möglichst nur ein einziges Mal bis zur natürlichen Exfoliation zu versorgen. Voraussetzungen für den Erfolg sind neben der exakten Arbeitsweise des Behandlers und der Mitarbeit des Kindes die genaue Kenntnis der Milch Zahnphysiologie und -pathophysiologie sowie die möglichst korrekte Einschätzung des aktuellen Zustands des Endodonts und entsprechende werkstoffkundliche Parameter.

Merke

Endodontische Maßnahmen im Milchgebiss spielen aufgrund der nach wie vor existierenden Problematik der frühkindlichen Karies eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Besonderheiten der zahnärztlichen Behandlung

In der Kinderzahnheilkunde stellt die Kooperation des Kindes bei der Behandlung oftmals den entscheidenden Parameter dar. Die Aufmerksamkeitsspanne und somit auch die Kooperationsmöglichkeit sind bei Kindern stark vom Alter abhängig. Dabei muss weiterhin zwischen der meist altersbedingten Kooperationsfähigkeit und dem Kooperationswillen unterschieden werden. Bei mangelndem Kooperationswillen lassen sich in der Regel verhaltensführende Maßnahmen einsetzen. Eine geringe Kooperationsfähigkeit muss jedoch unter Umständen durch eine Sedierung oder Narkose kompensiert werden, da anderenfalls nur temporäre Restaurationen erfolgen können, die dann bei einer Zunahme der Kooperationsfähigkeit ausgetauscht werden. Weiterhin darf bei der Versorgung kariöser Milchzähne die verbleibende Verweildauer des Zahnes in der Mundhöhle nicht außer Acht gelassen werden. Diese bestimmt entscheidend, ob optimale Ergebnisse und eine hohe Lebensdauer erzielt werden müssen, ob eine suboptimale Restauration bis zur baldigen Exfoliation belassen werden kann oder ob die Extraktion sinnvoller ist. Bei stark kariös befallenen Zähnen sollte die Alternative der Extraktion erwogen werden.

Merke

In der Kinderzahnheilkunde stellt die Kooperation des Patienten bei der Behandlung oftmals den entscheidenden Faktor dar.

Morphologische Besonderheiten der Milchzähne

Neben den angeführten Begleitumständen bei zahnärztlichen Maßnahmen in der Kinderzahnheilkunde spielt auch das Substrat selbst – der Milchzahn – eine wichtige Rolle. Milchzähne weisen im Vergleich zu permanenten Zähnen makro- und mikromorphologische Besonderheiten



► **Abb. 2** Milchmolar und bleibender Molar im Vergleich.

ten auf, die so bedeutend sind, dass sich hieraus prinzipielle Unterschiede für die Durchführung endodontischer Maßnahmen ergeben (► **Abb. 2, Tab. 1**).

Zunächst einmal sind die Zähne der ersten Dentition kleiner und zeigen im Vergleich zu den permanenten Zähnen eine geringere Schmelz- und Dentindicke auf [5]. Der Schmelzmantel ist dabei an keiner Stelle dicker als 1 mm [6]. Weiterhin wird an den approximalen Kontaktpunkten und am Fissurengrund von Schmelzdicken von 0,3–0,6 mm sowie von Wandstärken des Dentins, die durchschnittlich approximal bei 1,4 mm und okklusal bei 1,8 mm liegen, berichtet. Diese zunächst banal erscheinende Feststellung hat zur Folge, dass die Karies im Milchgebiss viel schneller voranschreiten kann. Gerade im Bereich der Approximalräume von Milchmolaren, aber auch an den Glatflächen der Frontzähne, wo Wandstärken besonders gering sind, ist die Pulpa bei Kariesdefekten bereits häufig mitbeteiligt.

Darüber hinaus weisen Milchmolaren verglichen mit permanenten Molaren auffällige Unterschiede in der Kronenform auf, die ebenfalls einen Einfluss auf die Erscheinungsformen der Karies haben. Beispielsweise ergibt sich

► **Tab. 1** Mikro- und makromorphologische Besonderheiten von Milchzähnen.

makromorphologisch	mikromorphologisch
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zahnkrone bauchig ▪ geringere Schmelz- und Dentinstärke ▪ großes Pulpenkavum mit ausgedehnten Pulpahörnern ▪ zervikaler Schmelzwulst ▪ breitere und flächigere Approximalkontakte ▪ grazile, teilweise gekrümmte Wurzeln mit unregelmäßiger Wurzelkanalanatomie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schmelzoberfläche mit variabler prismenloser Schicht (6–220 µm) ▪ geringerer Mineralgehalt von Schmelz und Dentin ▪ stärkere Ausprägung der Interaktionsstrukturen des Milchzahndentins (Dentintubuli größer, peritubuläres Dentin deutlich ausgeprägt, Mineralgehalt des intertubulären Dentins geringer) ▪ bei Milchmolaren akzessorische Kanälchen zwischen Pulpakammerboden und Furkationsbereich ▪ geringere Bildung von Reizdentin ▪ geringere Nervendichte der Milchzahnpulpa

durch die abgeflachten Approximalfächen von Milchmolaren ein abweichendes Kontaktprofil der Nachbarzähne. Gegenüber den Kontaktpunkten bei bleibenden Zähnen finden sich bei Milchzähnen interdental Kontaktlinien [5], die bei engen Zahnzwischenräumen gehäuft von Approximalkaries betroffen sind. Darüber hinaus stellt sich die Ausdehnung der Kronenpulpa im Vergleich zu den bleibenden Zähnen deutlich größer dar [5], die Pulpenhörner reichen weit in die Höcker hinein.

Weiterhin zeigen Schmelz und Dentin der Milchzähne einen geringeren Mineralisierungsgrad. Der Durchmesser der Dentintubuli ist größer und das peritubuläre Dentin deutlich ausgeprägt. Zusätzlich findet sich im Milchzahndentin eine sehr viel höhere Dichte jener Kanälchen, die in den pulpanahen Bereichen ansteigt [7]. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass das Fortschreiten kariogener Prozesse im Milchzahndentin rascher erfolgt.

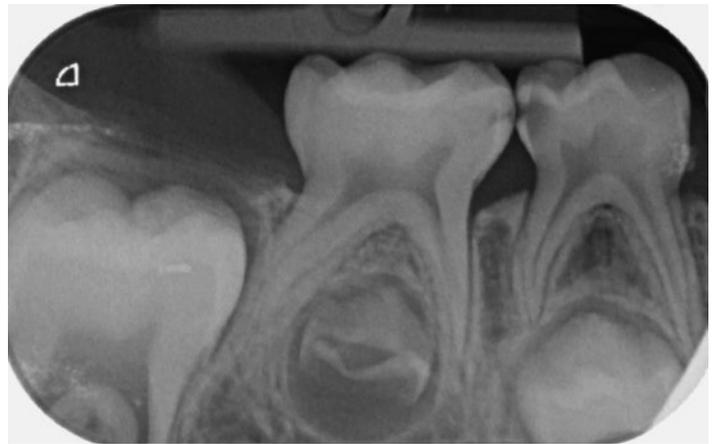
Das Kronen-Wurzel-Verhältnis ist bei Milchzähnen im Vergleich zu den bleibenden Zähnen vergrößert. Die Wurzeln der Milchmolaren sind grazil (► **Abb. 3**), in der Regel gekrümmt und umschließen den darunter liegenden Zahnkeim (► **Abb. 4**). Somit besteht grundsätzlich die Gefahr der Verletzung des Zahnkeims bei über die Wurzelspitze hinausgehenden Manipulationen. Die Wurzelkanäle der Molaren sind eng und verästelt, auch der Pulpenkammerboden weist akzessorische Kanälchen auf. Dies bietet ungünstige Voraussetzungen für eine optimale Wurzelbehandlung [8]. Ein Aufbereiten und vollständiges Abfüllen werden erschwert. Auch endodontische Instrumente müssen aufgrund der weiter oral lokalisierten Kanaleingänge in einem anderen Winkel eingeführt werden.

Mit Beginn der physiologischen Wurzelresorption lässt die Abwehrkraft der Pulpa nach, sodass die Reaktionsfähigkeit der Milchzahnpulpa auf äußere Reize geringer ist und reparative Prozesse langsamer verlaufen oder gar nicht mehr stattfinden. Dies hat zur Folge, dass die entzündete Pulpa nicht mit Schmerzempfindungen reagiert und der tatsächliche Pulpazustand sowohl für das Kind bzw. die Eltern als auch für den Zahnarzt im Verborgenen bleibt. Dieser primär chronische Entzündungsverlauf findet sich im Milchgebiss nicht nur bei Pulpaerkrankungen häufig, sondern auch bei den apikalen Parodontitiden, die oft als Folgezustände früherer akuter oder chronischer Pulpitiden entstehen.

Merke
Milchzähne weisen im Vergleich zu permanenten Zähnen Besonderheiten auf, die zu Unterschieden bei der Durchführung endodontischer Maßnahmen führen.



► **Abb. 3** Unterschiedliche Wurzelkonfiguration von zweiten (obere Reihe) und ersten (untere Reihe) Milchmolaren.

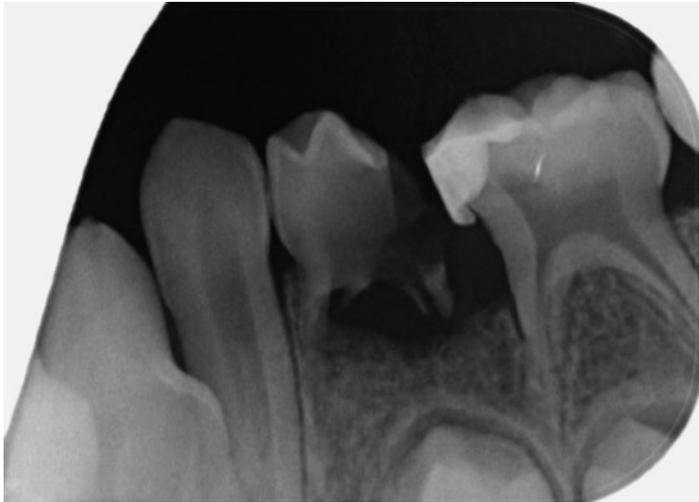


► **Abb. 4** Die Wurzel des zweiten Milchmolaren umschließt den nachfolgenden Zahnkeim.

Diagnostik von Pulpazuständen im Milchgebiss

Aus den aufgeführten Besonderheiten der Milchzähne ergibt sich zunächst die Forderung nach einer sorgfältigen Diagnostik und Behandlungsplanung [9]. Grundsätzlich muss vor Beginn der geplanten endodontischen Behandlung eines Milchzahns klar sein, welchen Stellenwert dieser in der Gebissentwicklung einnimmt, wie der Zustand der Pulpa ist und welche Therapiealternativen für welche Diagnosen in Frage kommen.

Die anamnestische Befragung der Eltern und des Kindes mit Angaben zur Schmerzlokalisierung und -dauer kann hier wertvolle Hinweise liefern. Die klinische Untersuchung ergänzt die präoperative Diagnostik. Hier stehen die Detektion einer evtl. vorhandenen Perkussions- und



► **Abb. 5** Osteolyse im Furkationsbereich und periradikuläre Aufhellung um die distale Wurzel von 84.

Druckempfindlichkeit sowie die Existenz von Rötungen der Gingiva, Schwellungen oder Fisteln in der Umgebung kariöser Milchzähne im Vordergrund. Der Sensibilitäts-test ist als weniger zuverlässig zu werten. Erst bei Schulkindern liefert dieser in der Regel verwertbare Ergebnisse [8].

Bei Fehlen dieser klaren klinischen Hinweise stellt eine Röntgenaufnahme die wichtigste Informationsquelle dar, um Fehldiagnosen zu vermeiden. Sie gibt Informationen zum Ausmaß der Karies, zu dem Stand der physiologischen (oder pathologischen) Wurzelresorption, internen Resorptionen, periradikulären oder interradi-kulären Knochenresorptionen (► **Abb. 5**), Veränderungen der Pulpa (z. B. Dentikel) sowie der Anatomie der Zahnwurzeln bzw. der Lokalisation und dem Entwicklungsstand des nachfolgenden permanenten Zahnes [8]. ► **Tab. 2** gibt die zu be-achtenden Parameter übersichtlich wieder.

Merke

Eine sorgfältige Diagnostik und Behandlungsplanung sind vor dem Einsatz endodontischer Maßnahmen unabdingbar.

Indikationen und Grenzen endodontischer Maßnahmen im Milchgebiss

Allgemeine und zahnbezogene Faktoren entscheiden über die Durchführung oder die Grenzen endodontischer Verfahren [8, 10]. Sie bestimmen darüber, welche Behandlungsoption zu wählen ist oder ob eine Extraktion des betroffenen Zahnes von vornherein mehr Sinn macht (► **Abb. 6**). Die Indikation für die Endodontie im Milchgebiss ergibt sich dabei erst in letzter Instanz aus dem Zustand des betroffenen Zahnes und dessen Erhaltungsfähigkeit. Eine viel bedeutsamere Rolle spielt die Situation des Kindes und seines gesamten Gebisses.

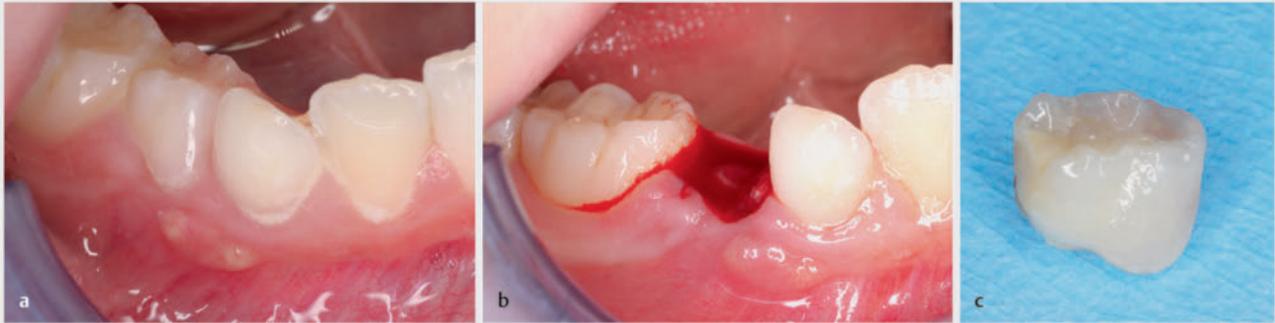
► **Tab. 3** zeigt die zu berücksichtigenden Faktoren in der Übersicht. So macht es z. B. keinen Sinn, einzelne Milchzähne endodontisch zu versorgen, wenn das gesamte Milchgebiss in einem desolaten Zustand ist, die Kooperation des Kindes limitiert ist oder schwerwiegende allgemeine Erkrankungen vorliegen. Auch wenn die Eltern das Ansinnen des Zahnarztes in Form der Umsetzung des Angebots präventiver Leistungen oder des Wahrnehmens von Recall-Terminen nicht unterstützen, sollte die Endodontie überdacht werden. Letztendlich muss immer im Einzelfall zusammen mit den Eltern anhand eines realistischen Behandlungsplans über die Indikation endodontischer Verfahren beim Kind entschieden werden.

Merke

Bei der Therapieentscheidung müssen allgemeinmedizinische, zahnärztliche und soziale Faktoren berücksichtigt werden.

► **Tab. 2** Diagnostik der Pulpaaerkrankung im Milchgebiss.

Anamnese	Inspektion	Röntgen	intraoperativer Befund
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Allgemeinzustand ▪ Schmerzdauer und -qualität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbissemempfindlichkeit ▪ Ausdehnung der Karies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausdehnung der Karies ▪ Ausdehnung der Pulpakammer ▪ Lage und Form der Wurzeln ▪ Stand der Wurzelresorption (physiologisch/pathologisch) ▪ Veränderungen im periapikalen/interradi-kulären Raum ▪ Lagebeziehung zum nachfolgenden Zahnkeim ▪ interne Resorptionen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zustand des Kavitätenbodens ▪ Blutung bei Eröffnung der Pulpa (Intensität, Farbe, Nekrose)



► **Abb. 6** Indikation für die Milchzahnextraktion.
 a Fistel ausgehend von Zahn 84.
 b Die Prognose des verursachenden Zahns ist unklar, daher sollte dieser extrahiert werden.
 c Extrahierter Zahn, die Wurzelresorption ist bereits weit fortgeschritten.

► **Tab. 3** Entscheidungskriterien für/gegen eine endodontische Behandlung bei Milchzähnen.

allgemeine Faktoren	zahnbezogene und lokale Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> ▪ allgemeinmedizinische Anamnese ▪ Alter des Kindes ▪ Kooperations- und Behandlungsfähigkeit des Kindes ▪ Kooperationsbereitschaft der Eltern (Umsetzung evidenzbasierter Präventionsmaßnahmen im häuslichen Umfeld, Wahrnehmung von Recall-Terminen) ▪ Interessen bzw. Wünsche der Eltern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umfang der Gebisszerstörung ▪ Wertigkeit des behandlungsbedürftigen Zahnes in Bezug zur Gebissentwicklung ▪ Restaurierbarkeit des Zahnes

Therapiestrategien

Für das Milchgebiss sind verschiedene endodontische Therapieverfahren denkbar, die im Nachfolgenden detailliert beleuchtet werden. Folgende Maßnahmen können im Milchgebiss unterschieden werden:

- Caries-profunda-Therapie
- direkte Überkappung
- Vitalamputation (Synonym: Pulpotomie)
- Pulpektomie mit anschließender Wurzelbehandlung

Die ersten drei genannten Varianten werden zu den vitalerhaltenden Therapieoptionen gezählt. Unabhängig von der gewählten Therapiestrategie sollte es das übergeordnete Ziel sein, nicht nur Schmerzfreiheit zu erzielen, sondern auch einen Zahnerhalt bis zur natürlichen Exfoliation zu ermöglichen.

Unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKIZ) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltungskunde (DGZ) wurde unter dem Titel „Endodontie im Milchgebiss“ eine Wissenschaftliche Mitteilung der DGZMK publiziert, um den Standpunkt der beiden Fachgesellschaften zu dieser Thematik für Deutschland darzustellen [10]. Guidelines liegen aus

ÜBERBLICK

Ziele endodontischer Maßnahmen

- Schmerzfreiheit
- Zahnerhaltung bis zur natürlichen Exfoliation
- Gewährleistung des regulären Durchbruchs der nachfolgenden bleibenden Zähne
- Vermeidung der präeruptiven Schädigung bleibender Zähne durch vom Milchzahn ausgehende pathologische Prozesse
- Erhaltung der Kaufunktion und Sicherung der Platzverhältnisse
- Keimreduzierung in Endodont und Mundhöhle

dem UK [11] und den USA [12] vor. Im Folgenden wird auf diese Stellungnahmen an den entsprechenden Stellen verwiesen.

Merke

**Grundsätzlich sollte jede endodontische Therapie-
maßnahme im Milchgebiss (nach Möglichkeit) unter
Kofferdam und mit einer Lokalanästhesie erfolgen.**

Caries-profunda-Therapie

Die am wenigsten invasive endodontische Intervention stellt die Caries-profunda-Behandlung dar. Gemäß der vorliegenden Richtlinien ist diese Therapievariante indiziert, wenn eine pulpanahe Dentinwunde bei einem klinisch symptomlosen Milchzahn infolge einer Karies oder eines Traumas exponiert wird. Sie verfolgt als Ziel den Schutz und die Förderung der Reparationsleistung (Reparations- oder Tertiärdentinbildung) der vitalen Milchzahnpulpa [10–12]. Lange galt bei Vorliegen einer Karies die vollständige Entfernung des kariös erweichten, infizierten Dentins mit nachfolgender Überkappung des verfärbten, aber harten Kavitätenbodens als entscheidende Voraussetzung für den Therapieerfolg [10]. Die Behandlung wurde dabei insbesondere im Milchgebiss überwiegend als einzeitiges Verfahren durchgeführt.

Vorgehen

Die therapeutisch eingesetzten Materialien zur Abdeckung des pulpanahen Kavitätenbodens können kalziumhydroxidhaltige Präparate (► **Abb. 7**) oder MTA-/Portlandzement-Materialien sein. Angestrebt werden eine Stimulation der Reizdentinbildung, Förderung der Dentinsklerosierung und Inaktivierung resistierender Mikroorganismen. Es hat sich gezeigt, dass vor allem langfristig die Ergebnisse besser sind, wenn das verwendete Überkappungsmaterial möglichst biologisch und zusätzlich zur Restauration selbst auch noch dichtend ist. MTA-/PZ-Materialien erfüllen diese Forderungen zurzeit am besten. Die Notwendigkeit zur Applikation von Überkappungsmaterialien wird jedoch seit dem Einsatz der Adhäsivtechnik verstärkt diskutiert, da sie eine bakteriedichte Versiegelung des Dentins erlauben, die durch konventionelle Unterfüllungsmaterialien nicht erreicht werden. Die Entscheidung des Zahnarztes für die Applikation eines Pulpaschutzes hängt aus heutiger Sicht vorrangig von der Kariesaktivität der zu behandelnden Läsion ab.

Ergebnisse

Unabhängig vom verwendeten Medikament oder der Beobachtungszeit (24–50 Monate) wird die Erfolgsrate für die indirekte Pulpaüberkappung mit mehr als 90% angegeben [10].

Neue Ansätze zur Kariesexkavation

In den vergangenen Jahren hat sich ein Paradigmenwechsel bei der Kariestherapie vollzogen. Infolge des heutigen Kenntnisstands, dass die Karies ein dynamischer Prozess ist, wird damit das Ziel einer vollständigen Entfernung tiefer kariöser Läsionen zunehmend in Frage gestellt [13]. Statt einer rein symptomatischen Entfernung der kariösen Läsion wird versucht, die Zusammensetzung und die metabolische Aktivität des dentalen Biofilms als Ursachen der Erkrankung zu kontrollieren. Der klassischen vollständigen Exkavation werden demnach Konzepte gegenübergestellt, die bewusst demineralisiertes bzw. infiziertes Dentin zeitweise oder dauerhaft unter einer Restauration belassen (schrittweise vs. selektive Kariesentfernung) und auf eine Kontrolle der Aktivität der Läsion abzielen (► **Tab. 4**). Diese Verfahren basieren auf dem Prinzip der Versiegelung der im Dentin verbleibenden Mikroorganismen: Demnach sind versiegelte Bakterien von der Zufuhr mit Kohlenhydraten abgeschnitten, wodurch die Läsion inaktiviert wird. Zudem gibt es Ansätze und Techniken zur Versiegelung kavittierter kariöser Läsionen ohne jegliche Exkavation [14].

Vorgehen

Bei der schrittweisen („zweizeitigen“) Exkavation wird kariös verändertes Dentin in Pulpanähe zunächst belassen, provisorisch verschlossen und einige Monate später in einem zweiten Schritt vollständig entfernt. Das Ziel sind die Bildung von Tertiärdentin sowie eine Remineralisierung der kariösen Zahnhartsubstanz in der Zeit zwischen den beiden Exkavationsschritten.



► **Abb. 7** Klinisches Beispiel für eine Caries-profunda-Therapie am Zahn 64.

- a Kariesexkavation.
- b Applikation von Kalziumhydroxid.
- c Definitive Restauration mit Kompomer.

► **Tab. 4** Verschiedene Strategien der Kariesexkavation (nach [14]).

Vollständigkeit der Exkavation	Schritte	Vorgehen
„vollständige“ Exkavation – „unvollständige“ Exkavation	einzeitig: vollständige Exkavation	vollständige Entfernung allen infizierten Dentins und anschließend definitive Restauration
	zweizeitig: schrittweise Exkavation	1. Sitzung: peripher vollständige Exkavation mit Belassen von erweichtem (kariösem) Dentin in der Nähe der Pulpa, anschließend temporäre Restauration
		2. Sitzung: ggf. weitere Exkavation und abschließend definitive Restauration
	einzeitig: selektive Exkavation	peripher vollständige Exkavation mit selektivem Belassen von erweichtem (kariösem) Dentin in der Nähe der Pulpa, abschließend definitive Restauration
keine Exkavation	einzeitig: Versiegelung	Belassen allen kariösen Dentins und dichter Abschluss durch Restauration oder Versiegelung

Dem gegenüber steht der selektive Exkavationsansatz, bei welchem kariös verändertes Dentin unter einer definitiven Restauration verbleibt. Hier kann eine Abdeckung der pulpanahen Bereiche mit einem Medikament, z. B. Kalziumhydroxid, vorgenommen werden (indirekte Überkappung). Ein weiterer Ansatz, die sog. Kariesversiegelung, zielt sogar darauf, gar nicht zu exkavieren und demnach das kariös veränderte Dentin komplett zu belassen.

Ein Beispiel hierfür ist die „Hall-Technik“ – ein für Milchmolaren mit einer Dentinkaries in England entwickeltes Verfahren [15, 16], welches gute Erfolgsraten zeigt, aber auch sehr kontrovers diskutiert wird –, die sich genau dieses Kenntnis der mikrobiellen Keimreduktion zunutze macht. Ohne Exkavation soll hierbei die Dentinkaries durch Eingliederung einer konfektionierten Stahlkrone inaktiviert werden.

Ergebnisse

Die Literatur zeigt, dass der präoperative Pulpazustand des Zahnes einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg einer selektiven Kariesexkavation zu haben scheint, denn bereits bestehende Symptome und apikale Veränderungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit postoperativer Komplikationen signifikant. Aus diesem Grund sei hier nochmals auf die notwendige strikt durchzuführende Diagnostik verwiesen, die im Kindesalter nicht immer einfach in ihrer Durchführung ist [14].

Direkte Überkappung

Die direkte Überkappung einer Pulpawunde hat die Vitalerhaltung der Pulpa zum Ziel. Keine endodontische Maßnahme ist und wird in der Literatur so kontrovers diskutiert wie diese direkte Versorgungsform. Ihre Indikation ist im Milchgebiss auf die punktförmige Freilegung der klinisch symptomlosen Pulpa im kariesfreien Dentin begrenzt. Eine Überkappung im kariösen Dentin wird nicht empfohlen [10, 12].

Vorgehen

Das Vorgehen gestaltet sich wie folgt: Die Überkappung der Pulpaperforation erfolgt mit MTA (Mineral Trioxide Aggregate), Biodentine oder einer wässrigen Kalziumhydroxid-Suspension. Nach der Applikation einer adäquaten Unterfüllung (Glasionomerzement) sollte die Kavität abschließend adhäsiv und bakteriendicht restauriert werden. Dies ist für den Erfolg der Behandlung entscheidend.

Ergebnisse

Aktuelle Studien zeigen, dass die Erfolgsraten vergleichbar mit denen der Caries-profunda-Therapie und der Pulpotomie mit MTA sind. Allerdings ist die Evidenz gering [17].

Vitalamputation (Pulpotomie)

Die Pulpotomie ist trotz der Tendenz zu einer restriktiven Kariesentfernung mit Vermeidung einer Pulpafreilegung nach wie vor noch die gebräuchlichste endodontische Behandlungsmaßnahme im Milchgebiss, da aufgrund der schnellen Kariesprogression die Exkavation des kariösen Dentins ohne Eröffnung der Pulpenkammer nur selten gelingt. Sie ist bei der Exposition einer klinisch symptomlosen Pulpa im kariösen Dentin angezeigt und hat die Vitalerhaltung der radikulären Pulpa mit der Ausbildung einer Hartgewebsbrücke („Bridging“) zwischen Pulpa und Wundverband zum Ziel. Kontraindiziert ist die Pulpotomie bei pathologischen Zeichen wie Schwellungen, Fisteln, erhöhter Zahnmobilität, Wurzelresorptionen von mehr als einem Drittel der Wurzellänge, röntgenologischen Aufhellungen oder Spontanschmerz.

Die Pulpotomie wird gelegentlich nach Höhe der Amputationsstelle in partielle, vollständige und hohe (zervikale) Pulpotomie eingeteilt. Alle drei Arten verfolgen dasselbe genannte Ziel. Klinisch relevant für die Sicherung des Erfolgs dieser Therapieform sind die atraumatische Amputation der Kronenpulpa, eine optimale Blutstillung

und die Applikation eines biokompatiblen Wundverbands mit nachfolgendem bakteriendichten Verschluss der Amputationsstelle.

Vorgehen

Unter Lokalanästhesie wird die Karies vollständig entfernt, das Pulpakammerdach abgetragen und das koronale Pulpagewebe mittels Diamantschleifer unter physiologischer Kochsalzspülung entfernt [10, 12]. Die Farbe der zu beobachtenden Blutung kann schon einen Hinweis auf eine mögliche Blutstillung geben. Weiterhin blutet eine Amputation im gesunden Pulpagewebe eher wenig. Zur Blutstillung wird dann die kurzzeitige Applikation (15–30 s) von Eisen-III-Sulfat empfohlen [10]. Steht die Blutung nicht, ist eine Wiederholung notwendig. Sollte danach immer noch keine adäquate Blutstillung eingetreten sein, so ist von einer weitreichenden Entzündung des Restgewebes auszugehen. In Betracht kommen nun eine Pulpektomie oder sogar die Extraktion, da die Ausbildung eines Blutkoagulums an der Amputationsstelle negative Auswirkungen auf den Therapieerfolg haben würde. Ein Blutkoagulum kann die Entwicklung einer Entzündungsreaktion begünstigen, die Ausbildung einer Hartgewebsbrücke verhindern und interne Resorptionsprozesse bis hin zu einer Pulpanekrose fördern.

Nach erfolgreicher Blutstillung werden die radikulären Pulpastümpfe versorgt und mit einem Medikament abgedeckt. Die erste Reinigung des Pulpenkavums von Blut und Geweberesten mittels sanfter Spülung mit Wasser oder Ringer-Lösung sorgt dafür, dass idealerweise eine amputierte Wurzelpulpaoberfläche aus einer nicht traumatisierten, intakten Gewebsfläche, die frei von Fremdkörpern ist, vorliegt. Das nun zu wählende Überkappungsmaterial für das amputierte Gewebe sollte reaktionsneutral, besser noch heilungsfördernd sein. Eine gewisse Bakterizidie ist gewünscht, um Fremdkörper am Wachstum zu hindern. Unter diesen Bedingungen kann der Wund-

verband die Restpulpa zu strukturiertem Wachstum des Odontoblastensaums anregen, wodurch Hartgewebsbrücken gebildet werden.

Der abschließende Kavitätenverschluss sollte definitiv und bakteriendicht erfolgen. Konfektionierte Edeldstahlkronen eignen sich aufgrund ihrer Bruchsicherheit, der langfristigen geringen Fehlerquote und Dichtigkeit weiterhin hervorragend zur Versorgung solcher Zähne. Mit entscheidend über Erfolg oder Misserfolg einer Amputation ist aber die richtige Diagnose einer entzündungsfreien, vitalen, zu überkappenden Wurzelpulpa. ► **Abb. 8** zeigt exemplarisch das Vorgehen einer Pulpotomie an einem unteren zweiten Milchmolaren.

Merke

Bei einer Pulpotomie entscheiden eine saubere Amputationstechnik, die Blutstillung, der Wundverband und der Kavitätenverschluss über den Erfolg.

Materialien

Formokresol Seit der Einführung durch Sweet im Jahr 1932 ist Formokresol nicht nur das am meisten verwendete, sondern auch das am häufigsten diskutierte Pulpotomie-Agens in der ersten Dentition. Das Ziel einer Pulpotomie mit Formokresol ist die Fixation radikulären Gewebes. Der Kontakt von Formokresol mit dem Pulpagewebe führt zu einer Koagulation der Zellwandproteine und somit zum Absterben der Zellen, wodurch sich Mikrothromben bilden. Es kommt zu Mikrozyklulationsstörungen und letztlich zu einer Fixation und Nekrose des angrenzenden Gewebes. Insbesondere das Erreichen einer klinischen Symptomlosigkeit von 80–100% galt als wesentlicher Grund, das Material zu verwenden. Dennoch sind die zytotoxischen, mutagenen, allergenen, kanzerogenen und genotoxischen Veränderungen nach Formaldehydexposition in Tier- und Laboruntersuchungen gut dokumentiert. Erst 2004 klassifizierte dann auch die International Agency for Research on Cancer (IARC) Formaldehyd als karzinogen für den Menschen. Nach heutigen Behandlungsstandards wird die Verwendung aldehyd- (Glutaraldehyd) oder formokresolhaltiger Präparate für Pulpotomien aufgrund der beschriebenen Eigenschaften nicht mehr empfohlen [10].

Cave

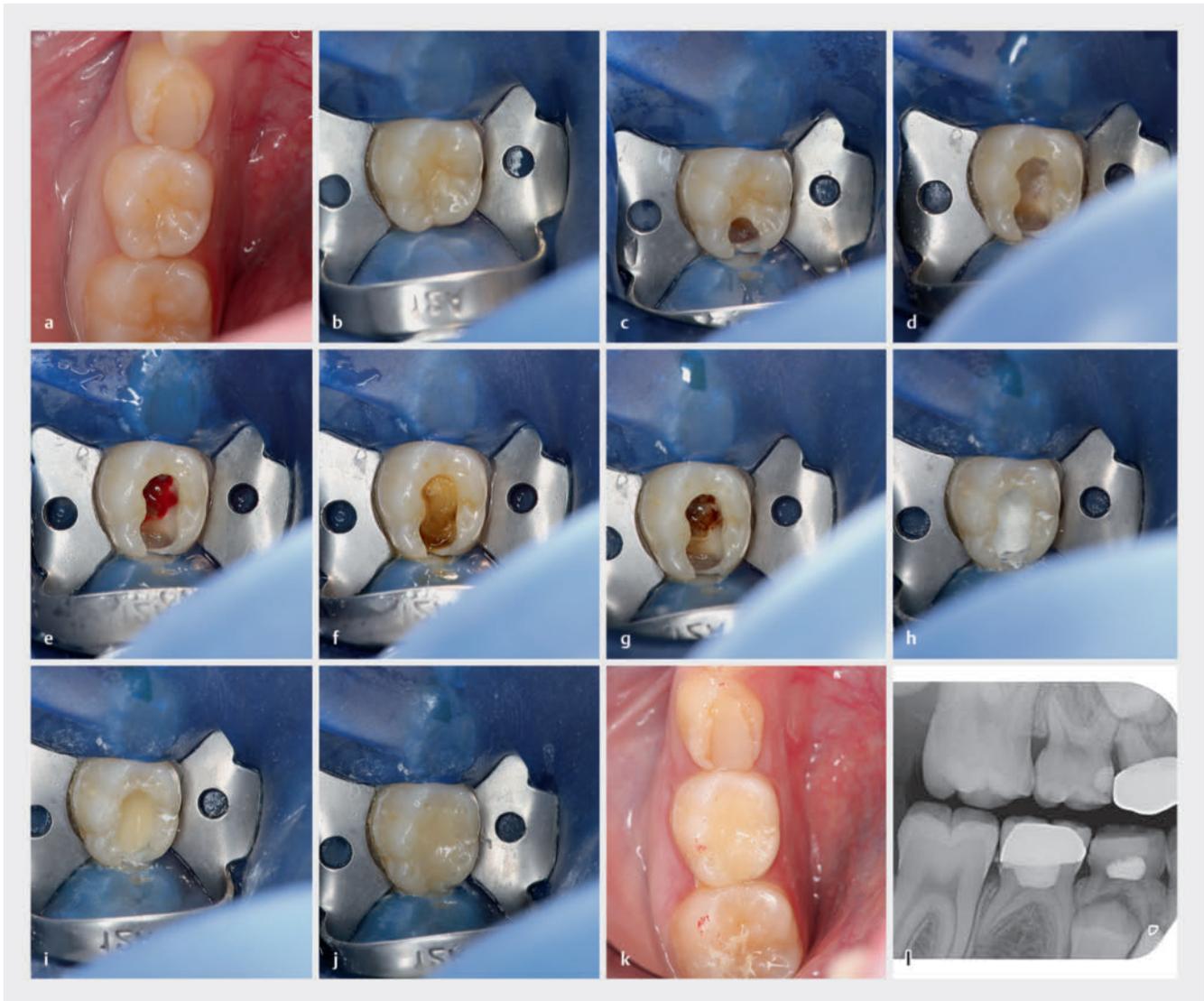
Der Einsatz von Formokresol bei der Pulpotomie wird aufgrund der mutagenen und kanzerogenen Eigenschaften nicht mehr empfohlen.

Eisensulfat Eisensulfat wird aufgrund seiner hämostyptischen Eigenschaften als Pulpotomie-Agens im Anschluss an die sorgfältige Amputation der Kronenpulpa empfohlen [10]. Die Wirkung der (meist 15,5%igen) Lösung beruht auf einer Ausfällungsreaktion. Kommen Blut und Eisensulfat in Kontakt, setzt die Blutgerinnung ein und es bilden sich Blut-Eisensulfat-Komplexe. Diese la-

ÜBERBLICK

Pulpotomie

- präoperativer Zahnfilm
- Lokalanästhesie
- (Kofferdam)
- vollständige Entfernung der Karies (mit Eröffnung der Pulpa)
- Abtragen des Pulpenkammerdachs
- Entfernung der Kronenpulpa
- Blutstillung (falls keine Blutstillung nach zweimaliger Wiederholung: Pulpektomie oder Extraktion)
- Applikation des Wundverbands
- Unterfüllung
- bakteriendichter definitiver Verschluss



- **Abb. 8** Klinisches Beispiel für Pulpotomie am Zahn 75.
- a Ausgangssituation.
 - b Applikation von Kofferdam.
 - c Karies ex.
 - d Karies ex und Eröffnung des Pulpenkavums.
 - e Abtragen des Pulpendachs und Entfernung der Kronenpulpa.
 - f Applikation von Eisen-III-Sulfat.
 - g Erreichte Blutstillung und Notwendigkeit der Säuberung zur Entfernung des Blutkoagels.
 - h Applikation von MTA.
 - i Applikation einer Unterfüllung (GIZ).
 - j Applikation eines Kompomers.
 - k Entfernung des Kofferdams.
 - l Kontrollröntgenbild nach erfolgter Kronenversorgung.

gern sich in den Blutkapillaren ab und verschließen die Gefäße der Pulpa. Die entstandenen Metall-Blutgerinnsel-Verbindungen werden ihrer Funktion nach Protein-Plugs genannt. Die Amputationsstelle wird nach einigen Minuten abgespült, um nach erfolgter Blutstillung eine möglichst dünne Blut-Eisensulfat-Schicht zwischen Überkappungsmaterial und Pulpa zu erhalten. Da Eisensulfat lediglich eine blutstillende Eigenschaft besitzt, gewinnt

der nachfolgende Wundverband zur Vitalerhaltung der radikulären Pulpa eine hohe Bedeutung.

Kalziumhydroxid (CaOH₂) CaOH₂ wird in Mitteleuropa und Skandinavien häufig als das Medikament der Wahl für die Behandlung von exponiertem Pulpagewebe propagiert [10]. Aufgrund seines hohen pH-Werts von 12 wirkt es antimikrobiell. Nach Applikation entsteht eine

Koagulationsnekrose, die die Pulpa zur Regeneration stimulieren soll und die Bildung einer Hartgewebsbarriere induziert. Zu bemerken ist, dass mit CaOH_2 überkappte Zähne häufig unphysiologische Resorptionserscheinungen zeigen, vor allem, wenn bereits Entzündungszellen in der Wurzelpulpa angesiedelt waren. Aus diesem Grund sind eine gute klinische Diagnostik und eine strenge Indikationsstellung mit Reduktion auf Amputationen bei möglichst gesunden Pulpen von herausragender Bedeutung. Hier können die besten Ergebnisse erwartet werden, und CaOH_2 induziert im Idealfall die Bildung von Hartgewebebrücken unter einer ätznekrotischen, verflüssigten Zwischenschicht. Dies untermauern Studien, die bei Einhaltung der Kriterien bei Pulpotomien mit CaOH_2 Erfolgsraten von mehr als 80% erzielen. Insbesondere der effektiven Blutstillung mit einem trockenen Wattepellet wird in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung zur Einschätzung des Pulpazustands beigemessen.

Zinkoxid-Eugenol-Zemente Im angloamerikanischen Raum hat sich die Anwendung von Zinkoxid-Eugenol-Zementen zur Abdeckung der Amputationswunde durchgesetzt [12]. In geringen Konzentrationen hat Eugenol eine antiinflammatorische und schmerzlindernde Wirkung, in höherer Konzentration kann es zytotoxisch wirken. Aus histologischen Studien ist bekannt, dass es unterhalb des Zinkoxid-Eugenol-Zements nicht zu einer Hartgewebeneubildung kommt, sondern zu einer persistierenden chronischen Entzündung.

Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Mineral Trioxide Aggregate wurde erstmals Anfang der 1990er-Jahre in der Zahnheilkunde eingesetzt. Ursprünglich als apikales Verschlussmaterial bei chirurgischen endodontischen Therapien genutzt, findet es heute ebenfalls bei der direkten Pulpaüberkappung, bei Pulpotomien oder Apexifikation sowie zur Abdeckung nach einer „Via falsa“ bei der Wurzelkanalaufbereitung Anwendung. MTA besteht zu einem Großteil aus modifiziertem, stark erhitztem und fein gemahlenem Portlandzement. Im Herstellungsprozess werden außerdem Gips (beeinflusst das Abbindeverhalten) und Wismutoxid (zur Erzielung eines guten Röntgenkontrasts) hinzugefügt. Es resultiert ein aus feinen Partikeln bestehender, hydrophiler Zement [18]. In seiner Gesamtheit enthält MTA zu 50–75 Gew.-% Kalziumoxid und zu 15–25 Gew.-% Siliziumdioxid. Diese beiden Bestandteile machen 70–95% des Zements aus. Durch Mischung der Rohmaterialien entsteht ein Gemenge aus feinkörnigen, hydrophilen Kalziumverbindungen (Trikalziumsilikat, Trikalziumaluminat, Trikalziumoxid) und Siliziumoxid.

Das Pulver wird mit sterilem Wasser angemischt. Der Abbindeprozess ist produktabhängig. Während der Hydratation des MTA-Pulvers entsteht ein kolloidales Gel. Kurz nach dem Anmischen weist das Material einen pH von 10,2 auf, der innerhalb der ersten Stunden auf 12,5 an-

steigt. Dieser alkalische pH-Bereich wirkt sich positiv bei der Regeneration von exponierten Geweben des Zahnes und des Zahnhalteapparats aus. Ausgehärtetes MTA kann prinzipiell als in eine Silikatmatrix eingebettetes Kalziumhydroxid verstanden werden. Im Kontakt zu vitalem Gewebe werden die angrenzenden Zellen und Proteine denaturiert. Der sinkende pH führt anschließend zu einem Abklingen entzündlicher Reaktionen. Die Fibroblastenaktivität (Zytokinabgabe), welche die Hartsubstanzbildung unterstützt, wird durch diesen Prozess stimuliert. Die Dentinbildung erfolgt unter einer Nekrosezone. Weitere positive Eigenschaften von MTA sind dessen Biokompatibilität und die Möglichkeit, in Gegenwart von Feuchtigkeit (z. B. Körperflüssigkeiten) abzubinden und nach Aushärtung ein gutes Abdichtungsvermögen gegenüber bakterieller Invasion aufzuweisen [19].

Merke

Das Ausbleiben interner Resorptionen bei der Verwendung von MTA im Gegensatz zu den Beobachtungen bei Zinkoxid-Eugenol, Eisensulfat und Kalziumhydroxid, die scheinbar bessere Biokompatibilität im Vergleich zu Kalziumhydroxid, die hohe Randdichtigkeit als Barriere gegen bakterielles und Flüssigkeits-Mikroleakage und die Induktion von Hartgewebe lassen MTA als geradezu ideal für die Indikation der Pulpotomie sowohl in der ersten als auch in der zweiten Dentition erscheinen.

Nichtmedikamentöse Pulpotomieverfahren

Laser- und Elektrochirurgie zählen zu den nichtmedikamentösen Pulpotomieverfahren. Sie werden vor allem wegen ihrer hämostatischen Wirkung als Alternativmethoden in Betracht gezogen. Allerdings haben beide Verfahren den Nachteil, dass die Amputationswunde mit einer thermisch nekrotisierten Gewebeschicht bedeckt wird und sich unter der Nekrose noch irreversibel entzündetes Gewebe befinden kann [11]. Zu beiden Verfahren gibt es vergleichsweise wenig Studien bzw. Langzeitergebnisse. Methodenspezifische Aspekte wie Stromstärke, Wellenlänge, Energiedichte, Expositionszeit sowie thermische Nebenwirkungen konnten ebenfalls bislang nicht geklärt werden. Die Techniksensibilität und der hohe Kostenaufwand unterstützen die routinemäßige Anwendung ebenfalls nicht.

Merke

Laser- und Elektrochirurgieverfahren werden derzeit nicht zur Pulpotomie empfohlen [10, 11].

Ergebnisse

Für die Pulpotomie am Milchzahn finden sich in der Literatur weit divergierende Erfolgsraten, die stark vom dem verwendeten Wundverbandmaterial und der Dauer der Beobachtungszeit abhängen. Insbesondere für Kalziumhydroxid werden Raten von weniger als 50% bis über 80% angegeben [20–23]. Im aktuell publizierten Coch-

rane-Review zeigt MTA gegenüber Kalziumhydroxid nach 12 und 24 Monaten Beobachtung statistisch bessere klinisch-radiologische Ergebnisse. Allerdings ist das Evidenzniveau nach wie vor als schwach einzustufen [24]. Die Erfolgsquoten von MTA bewegen sich derzeit zwischen 94 und 100% [23–25].

Pulpektomie und Wurzelbehandlung

Bei Vorliegen einer irreversiblen Pulpitis oder einer nekrotischen Pulpa am Milchzahn ist die Pulpektomie mit anschließender Wurzelbehandlung angezeigt. Bei der Pulpektomie stehen die Entfernung des radikulären Pulpagewebes sowie die vorsichtige Reinigung und Formgebung des Kanalsystems im Vordergrund. Diese Therapieform setzt ein abgeschlossenes Wurzelwachstum und den Ausschluss apikaler und interradiikulärer Entzündungsresorptionen sowie physiologischer Resorptionen mit Eröffnung des radikulären Pulpakavums voraus [10]. Anderenfalls ist die Pulpektomie kontraindiziert und die Extraktion vorzuziehen.

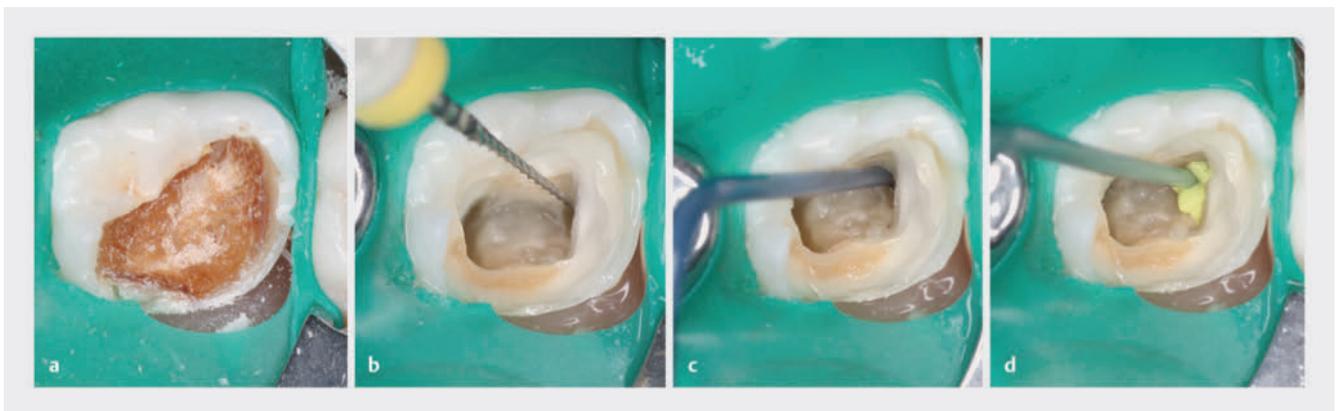
Für Milchfrontzähne wird eine Altersgrenze von vier bis fünf Jahren, für Milcheckzähne und Milchmolaren ein Alter von acht bis neun Jahren als Faustregel angesehen. Eine kürzlich publizierte Studie verweist zusätzlich auf die große anatomische Variabilität der Anzahl von Wurzelkanälen an Milchmolaren sowie deren Konfiguration, die die Erfolgsaussichten einer Pulpektomie beeinflussen können [26]. Demgegenüber ist die Wurzelkanalbehandlung an einwurzeligen Front- und Eckzähnen aufgrund der regelmäßigeren Wurzelkanalanatomie prognostisch günstiger einzuschätzen [10]. Zur Indikationsstellung ist die Anfertigung eines präoperativen Röntgenbilds unerlässlich. Es kann Hinweise auf die Wurzelkanalkonfiguration, den Stand der physiologischen (oder pathologischen) Wurzelresorption und die Lage zum Zahnkeim geben.

Vorgehen

Das praktische Prozedere bei einer Wurzelbehandlung am Milchzahn sieht wie folgt aus (► **Abb. 9**): Nach Schaffung der Zugangskavität, der Darstellung der Wurzelkanäle und der Exstirpation der Pulpa folgt die Bestimmung der Arbeitslänge. Neben der klassischen Röntgenaufnahme gewinnt auch im Milchgebiss die endometrische Bestimmung als Alternative zunehmend an Bedeutung [27]. Die Arbeitslänge sollte auf 1–2 mm vor dem röntgenologischen Apex eingestellt und eine Überinstrumentierung aufgrund der Nähe zum Zahnkeim verhindert werden. Die Wurzelkanäle werden bis etwa ISO 30 aufbereitet (nur in Ausnahmefällen weitere Aufbereitung) [11]. Von einer forcierten Aufbereitung ist abzusehen.

Als Spüllösung wird in der deutschsprachigen wissenschaftlichen Mitteilung NaOCl (0,1%) zur Desinfektion des Kanalsystems empfohlen [10]. Andere nationale Guidelines ziehen Kochsalz (0,9%) [11], Chlorhexidin (0,4%) [11,12] und/oder NaOCl (0,1%) [11,12] in Betracht. Die mögliche Komplexbildung zwischen NaOCl und CHX sollte durch intermittierende Spülung mit Kochsalz oder destilliertem Wasser unterbunden werden. Zur Wurzelfüllung werden die Wurzelkanäle vorab getrocknet. Hier ist von einer Überinstrumentierung der Kanäle unbedingt abzusehen, um Blutungen zu vermeiden. Als Wurzelfüllmaterial werden weit mehrheitlich resorbierbare Pasten aus Jodoform und Kalziumhydroxid empfohlen [10,11].

Frühere Studien zeigen, dass aufgrund ihrer schnellen Resorption reine Jodoformpasten abzulehnen sind. Kombinierte Kalziumhydroxid-Jodoform-Pasten (► **Abb. 10**) resorbieren sowohl extra- als auch intraradikulär ohne erkennbare schädliche Wirkung und erweisen sich als klinisch und radiologisch erfolgreich. Ebenfalls möglich sind



► **Abb. 9** Einzelne Schritte bei der Pulpektomie.

- a Ausgangssituation mit Caries profunda.
- b Nach erfolgter Caries ex, Abtragen des Pulpendachs und Instrumentierung der Wurzelkanäle.
- c Ansetzen der Applikationskanüle für das Wurzelfüllmaterial.
- d Applikation der Wurzelfüllpaste.



► **Abb. 10** Zustand nach Wurzelkanalbehandlung und Wurzelkanalfüllung des Zahns 75 mit einer Kalziumhydroxid-Jodoformpaste (Bildquelle: Dr. N. Meißner, Salzburg).
a Ausgangsröntgen.
b Wurzelfüllung.

ÜBERBLICK

Pulpektomie

- präoperativer Zahnfilm (mit Abbildung aller Wurzeln und deren Apex)
- Lokalanästhesie (auch zum Anlegen des Kofferdams)
- (Kofferdam)
- Entfernung der Karies und Schaffung der Zugangskavität
- Darstellung der Wurzelkanäle
- Spülung der Wurzelkanäle
- Bestimmung der Arbeitslänge röntgenologisch und/oder endometrisch (1–2 mm vor röntgenologischem Apex)
- Aufbereitung der Wurzelkanäle unter Desinfektion des Kanalsystems
- Wurzelfüllung mit resorbierbarem Wurzelkanalfüllmaterial
- Röntgenkontrollaufnahme
- bakterien-dichte definitive Restauration des Zahnes



► **Abb. 11** Frontzahntrauma an Zahn 52 (Bildquelle: Dr. N. Meißner, Salzburg).
a Ausgangsröntgen.
a Kontrollröntgen nach Wurzelfüllung.

Kalziumhydroxid-Suspensionen oder Materialien auf Kalziumsalicylat-Basis [10, 11]. Da solche Pasten nicht zu einer festen Masse aushärten, wird die Wahrscheinlichkeit der Ablenkung der Durchbruchrichtung des nachfolgenden Zahnes minimiert. Manche Anbieter bieten diese Materialien in speziellen Spritzen mit Kanülen an, die das Einbringen bis tief in den Kanal ermöglichen. Auf alle nichtresorbierbaren Wurzelfüllmaterialien muss verzichtet werden (auch Guttapercha-Spitzen). Die einzige Ausnahme bildet die Nichtanlage des nachfolgenden Zahnkeims. Die Anfertigung einer Röntgenaufnahme zur Erfolgskontrolle ist unerlässlich [10–12] und erfolgt nach der definitiven Restauration des Zahnes (► **Abb. 11**).

Ergebnisse

Die klinisch-röntgenologischen Erfolgsraten der Wurzelkanalbehandlung werden mit 31–96% angegeben [28]. Grundsätzlich sinkt die Erfolgsrate mit dem Fortschreiten der Wurzelresorption und bei überstoptem Wurzelfüllmaterial. Der umfangreiche und sensitive klinische Arbeitsablauf sowie die oftmals mangelnde Kooperationsfähigkeit kindlicher Patienten schränken die Indikation und Prognose des Verfahrens ein.

Endodontische Therapie bei Nichtanlage der Nachfolger

Ist der Keim des nachfolgenden permanenten Zahns nicht angelegt, so ändern sich die Bedingungen und die Zielsetzung der Therapie: Da die Resorption der Milchzahnwurzeln zunächst einmal ausbleibt und das intraoperative Risiko einer Keimschädigung entfällt, ist eine langfristige Erhaltung des Milchzahns anzustreben. Die Pulp-

ektomie wird in diesen Fällen zum langfristigen Zahnerhalt empfohlen. Zur Wurzelkanalfüllung können dann Guttapercha und Sealer oder MTA verwendet werden [29].

Wurzelreste und Pulpapolypen

Ist die endodontische Behandlung eines Milchzahns mit nekrotischer Pulpa nicht mehr indiziert, sollte der Wurzelrest extrahiert werden. Hierdurch wird die intraorale Keimzahl reduziert und ein optimales Milieu für den Durchbruch der bleibenden Zähne geschaffen. Das Belassen von Milchzahnwurzelresten ist folglich nicht akzeptabel. Sie haben keinerlei Platzhalterfunktion für die nachfolgenden Zähne. Aus dem gleichen Grund sind auch das Offenlassen von Zähnen oder das Belassen von Pulpapolypen nur als temporäre Maßnahmen zu billigen.

Fazit

Endodontische Therapieverfahren haben im Milchgebiss einen großen Stellenwert, da insbesondere die frühkindliche Karies immer noch gehäuft auftritt und der Sanierungsgrad dieser Zähne unbefriedigend ist. In diesem Zusammenhang stellen endodontische Maßnahmen bei Milchzähnen nicht selten eine Herausforderung dar, denn die Geduld der kleinen Patienten ist häufig limitiert. Zu ihnen zählen die Caries-profunda-Therapie, die direkte Überkappung, die Pulpotomie und die Pulpektomie mit anschließender Wurzelkanalbehandlung. Insbesondere die Pulpotomie ist eine der am häufigsten praktizierten Maßnahmen. Neben einer genauen Indikationsstellung mittels Röntgenbild und Krankheitsverlauf sind die richtige Technik bei der Amputation und Blutstillung sowie die Wahl eines möglichst biologischen Deckungsmaterials von entscheidender Bedeutung. Nach abgeschlossener Sanierung sind die betroffenen Kinder in einem engmaschigen Recall weiter zu betreuen. Kinder, die nach erfolgter Sanierung in regelmäßiger Betreuung bleiben, erleben so den Unterschied zwischen Prophylaxe und Therapie, wodurch ihre Einstellung zu ihrer zahnärztlichen Betreuung positiv beeinflusst werden kann.

KERNAUSSAGEN

- Endodontische Maßnahmen im Milchgebiss sind sinnvoll, da sie die Möglichkeit bieten, kariöse Milchzähne bis zu ihrer natürlichen Exfoliation zu erhalten.
- Grundsätzlich sind am Milchzahn dieselben Therapieoptionen möglich, die auch am bleibenden Zahn zur Anwendung kommen. Dies sind die Caries-profunda-Therapie, die direkte Überkappung, die Pulpotomie und die Pulpektomie mit anschließender Wurzelbehandlung.
- Bei der Therapieentscheidung der jungen Patienten sollten neben den zahnbezogenen Faktoren auch soziale und allgemeinmedizinische Faktoren berücksichtigt werden.
- Bei der Caries-profunda-Therapie werden auch im Milchgebiss der klassischen vollständigen Exkavation Konzepte gegenübergestellt, die bewusst demineralisiertes bzw. infiziertes Dentin zeitweise oder dauerhaft unter einer Restauration belassen.
- Die Pulpotomie ist bei Exposition einer klinisch symptomlosen Pulpa im kariösen Dentin angezeigt und hat die Vitalerhaltung der radikulären Pulpa mit Ausbildung einer Hartgewebebrücke zwischen Pulpa und Wundverband zum Ziel.
- Bei Vorliegen einer irreversiblen Pulpitis oder einer nekrotischen Pulpa am Milchzahn ist die Pulpektomie indiziert.
- Eine nachfolgende Einbeziehung der Kinder in ein altersgerechtes Recall- und Präventionsprogramm ist unabdingbare Voraussetzung zur langzeitigen Sicherung des Therapieerfolgs.

Interessenkonflikt

Die Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Autorinnen/Autoren



Katrin Bekes

Prof. Dr. med. dent., MME, Jahrgang 1977. 1997–2002 Studium der Zahnmedizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 2002 Staatsexamen, Approbation. 2003 Promotion. 2012 Habilitation. 2013–2015 Postgradualer Studiengang Master of Medical Education an der Universität Heidelberg. 2003–2010 Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie und der Sektion Präventive Zahnheilkunde und Kinderzahnheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 2010–2015 Oberärztin der Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Sektion Präventive Zahnheilkunde und Kinderzahnheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Seit 04/2015 Univ.-Prof. für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Kindesalters an der Medizinischen Universität Wien, Fachbereichsleiterin Kinderzahnheilkunde der Universitätszahnklinik Wien.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Katrin Bekes, MME
Medizinische Universität Wien
Universitätszahnklinik Wien
Fachbereich Kinderzahnheilkunde
Sensengasse 2a
A-1090 Wien
katrin.bekes@meduniwien.ac.at

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. Katrin Bekes, Wien.

Literatur

- [1] Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege. Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege; 2017
- [2] Anil S, Anand PS. Early Childhood Caries: Prevalence, Risk Factors, and Prevention. *Front Pediatr* 2017; 5: 157. doi:10.3389/fped.2017.00157
- [3] Benjamin RM. Oral health: the silent epidemic. *Public Health Rep* 2010; 125: 158–159. doi:10.1177/003335491012500202
- [4] Heidemann D, Schopf P. Wissenschaftliche Mitteilung der DGZMK: Wie lange soll ein Milchzahn erhalten werden? *DZZ* 2003; 51 (96)
- [5] Johnsen DC. Comparison of primary and permanent Teeth. In: Avery JK, ed. *Oral Development and Histology*. University of Michigan: Williams & Wilkins; 1987: 180–190
- [6] Pieper K, Krämer N, Einwag J. Füllungstherapie im Milchgebiss. In: Einwag J, Pieper K, Hrsg. *Kinderzahnheilkunde*. München: Urban & Schwarzenberg; 1997: 177–201
- [7] Lenzi TL, Guglielmi CD, Arana-Chavez VE et al. Tubule Density and Diameter in Coronal Dentin from Primary and Permanent Human Teeth. *Microsc Microanal* 2013; 15: 1–5
- [8] Viergutz G. Endodontische Therapie bei Milchzähnen. In: Klimm W, Hrsg. *Endodontologie – Grundlagen und Praxis*. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2003: 283–296
- [9] Hülsmann M, Wiegand A. Endodontie im Milch- und Wechselgebiss. In: Einwag J, Pieper K, Hrsg. *Kinderzahnheilkunde*. 3. Auflage. München: Urban & Fischer; 2008: 249–267
- [10] Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Schäfer E. Endodontie im Milchgebiss. Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ). Würzburg, Frankfurt am Main: DGKiZ, DGZ; 2011
- [11] Rodd HD, Waterhouse PJ, Fuks AB et al. Pulp therapy for primary molars. *Int J Paediatr Dent* 2006; 16 (Suppl 1): 15–23. doi:10.1111/j.1365-263X.2006.00774.x
- [12] Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. *Pediatr Dent* 2016; 38: 280–288
- [13] Kidd EA. How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res* 2004; 38: 305–313. doi:10.1159/000077770
- [14] Schwendicke F, Paris S. Kariesexkavation: Ein systematischer Überblick. *DZZ* 2014; 69: 456–466
- [15] Innes NP, Stirrups DR, Evans DJ et al. A novel technique using preformed metal crowns for managing carious primary molars in general practice – a retrospective analysis. *Br Dent J* 2006; 200: 451–454; discussion 44. doi:10.1038/sj.bdj.4813466
- [16] Innes NP, Evans DJ, Bonifacio CC et al. The Hall Technique 10 years on: Questions and answers. *Br Dent J* 2017; 222: 478–483. doi:10.1038/sj.bdj.2017.273
- [17] Coll JA, Seale NS, Vargas K et al. Primary Tooth Vital Pulp Therapy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pediatr Dent* 2017; 39: 16–123
- [18] Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review–Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010; 36: 16–27. doi:10.1016/j.joen.2009.09.006

- [19] Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review–Part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010; 36: 190–202. doi:10.1016/j.joen.2009.09.010
- [20] Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM. An investigation of the relative efficacy of Buckley's Formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Br Dent J* 2000; 188: 32–36
- [21] Huth KC, Hajek-Al-Khatar N, Wolf P et al. Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Investig* 2012; 16: 1243–1250. doi:10.1007/s00784-011-0602-3
- [22] Gruythuysen RJ, Weerheijm KL. Calcium hydroxide pulpotomy with a light-cured cavity-sealing material after two years. *ASDC J Dent Child* 1997; 64: 251–253
- [23] Ng FK, Messer LB. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy medicament: an evidence-based assessment. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008; 9: 58–73
- [24] Smail-Faugeron V, Glenney AM, Courson F et al. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; (5): CD003220. doi:10.1002/14651858.CD003220.pub3
- [25] Anthonappa RP, King NM, Martens LC. Is there sufficient evidence to support the long-term efficacy of mineral trioxide aggregate (MTA) for endodontic therapy in primary teeth? *Int Endod J* 2013; 46: 198–204. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02128.x
- [26] Fumes AC, Sousa-Neto MD, Leoni GB et al. Root canal morphology of primary molars: a micro-computed tomography study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2014; 15: 317–326. doi:10.1007/s40368-014-0117-0
- [27] Ahmad IA, Pani SC. Accuracy of electronic apex locators in primary teeth: a meta-analysis. *Int Endod J* 2015; 48: 298–307. doi:10.1111/iej.12315
- [28] Ng YL, Mann V, Rahbaran S et al. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 2007; 40: 921–939. doi:10.1111/j.1365-2591.2007.01322.x
- [29] Mörchen-Trinkle S, Biggel A. Endodontische Behandlung von Milchzähnen bei Aplasie bleibender Zähne. *Endodontie* 2014; 23: 179–187

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0630-9324>
 Zahnmedizin up2date 2018; 12: 395–411
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 1865-0457

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter cme.thieme.de/hilfe eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter eref.thieme.de/CXBZJXG oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.



Frage 1

Welche Aufgaben haben Milchzähne?

- A Milchmolaren haben Platzhalterfunktion.
- B Milchmolaren dienen der Phonetik.
- C Milchfrontzähne stellen die Kaufunktion sicher.
- D Milchfrontzähne haben Platzhalterfunktion.
- E Milchfrontzähne sind wichtig für die Ästhetik.

Frage 2

Welche Besonderheiten weisen Milchzähne gegenüber permanenten Zähnen auf?

- A Die Approximalkontakte sind besser einsehbar.
- B Der Schmelz ist an keiner Stelle schmaler als 2 mm.
- C Das Dentin permanenter Zähne ist geringfügiger in seiner Stärke.
- D Milchzahnschmelz ist besser mineralisiert.
- E Die Wurzeln sind graziler.

Frage 3

Was versteht man unter selektiver Kariesexkavation?

- A Entfernung allen infizierten Dentins und temporärer Verschluss
- B Belassen allen kariösen Dentins und dichter Abschluss
- C peripher vollständige Exkavation, pulpanah Belassen von erweichtem Dentin, temporäre Restauration und Wiedereröffnung nach mehreren Monaten
- D peripher vollständige Exkavation, pulpanah Belassen von erweichtem Dentin, keine Wiedereröffnung nach definitivem Verschluss
- E zentral vollständige Exkavation, temporärer Verschluss

Frage 4

Welche Aussage zur Hall-Technik trifft zu?

- A Sie zählt zu den selektiven Kariesexkavationsverfahren.
- B Es findet keine Exkavation der Karies statt.
- C Sie wurde für die Versorgung von kariösen Frontzähnen entwickelt.
- D Sie wird primär zur Therapie von kariösen Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum eingesetzt.
- E Die Exkavation der Karies erfolgt schrittweise.

Frage 5

Bei welchem Parameter sollte die Durchführung einer endodontischen Behandlung überdacht und eher die Extraktion des betreffenden Zahnes erwogen werden?

- A Caries profunda mit Pulpabeteiligung ohne Nachtschmerz
- B Schmelz-Dentin-Fraktur mit Pulpabeteiligung
- C symptomlose Caries profunda bei einer Wurzelresorption von weniger als einem Drittel
- D Caries profunda mit Pulpabeteiligung kurz vor der Exfoliation
- E kontrollierbare Blutung nach Amputation

Frage 6

Welcher Parameter ist für den Erfolg einer Pulpotomie weniger bedeutsam?

- A Blutstillung
- B Wundverband
- C Kavitätenverschluss
- D Pulpadiagnose
- E Ausdehnung der Karies

Frage 7

Welche Aussage zur Blutstillung trifft zu?

- A Das zu favorisierende Präparat ist Natriumhypochlorid.
- B Sie sollte mit Eisen-III-Sulfat durchgeführt werden, welches bei nicht erreichter Blutstillung nochmals appliziert werden darf.
- C Die Blutstillung ist kein ausschlaggebender Faktor bei der Pulpotomie.
- D Bei nicht erreichter Blutstillung sollte als Wundverband MTA aufgebracht werden.
- E Am besten wirkt die Kombination aus Eisen-III-Sulfat und Wasserstoffperoxid.

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 8

Welche Aussage zum MTA trifft zu?

- A MTA weist beim Abbindevorgang einen initialen sauren pH-Wert von 4,2 auf.
- B MTA kann aufgrund des entstehenden stark basischen pH-Werts beim Abbindevorgang nicht mehr als biokompatibles Material bezeichnet werden.
- C MTA verfärbt sich nur, wenn Blut hinzutritt.
- D MTA oder Portland-Zement dürfen nur im Milchgebiss eingesetzt werden.
- E MTA enthält Kalziumoxid und Siliziumdioxid.

Frage 9

Wie hoch wird die Erfolgsrate für eine Pulpotomie am Milchzahn mit MTA angegeben?

- A 46–83 %
- B 63–75 %
- C 83–92 %
- D 94–100 %
- E 99–100 %

Frage 10

Welches Material kann für eine Wurzelfüllung am Milchzahn bei ausgeschlossener Nichtanlage des Nachfolgers *nicht* verwendet werden?

- A Guttapercha
- B Kalziumhydroxid-Jodoform-Paste
- C Kalziumhydroxid
- D Jodoformpaste
- E Zinkoxid-Eugenol