

Welches „Pflaster“ gehört auf die Dentinwunde bleibender Zähne?*

Which “band-aid” is appropriate for the dentin wound of permanent teeth?



Karies ist weltweit die häufigste nicht ansteckende Krankheit mit einer höheren Prävalenz bei Menschen mit einem niedrigeren Sozialstatus [17, 34]. Als tiefe kariöse Läsionen bezeichnet man Defekte, die radiologisch bis in das innere Dentindrittel bzw. -viertel reichen und bei denen die Gefahr der Pulpaexposition besteht [15]. Nimmt die verbleibende Dentinstärke zur Pulpa ab, steigt das Risiko einer pathogenen Veränderung in der Pulpa [21]. In der täglichen Praxis ist es jedoch häufig schwer, die Rest-Dentindicke zur Pulpa hin zu bewerten und zu entscheiden, wann und mit welchem Präparat eine „Dentinwundversorgung“ durchgeführt werden soll [21, 32]. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, bei der Diagnostik auch pulpale Symptome zu berücksichtigen [33] und bei Gefahr einer Pulpaexposition pulpanah etwas infiziertes Dentin zu belassen [3]. Das Ziel der Versorgung einer solchen Läsion ist immer, die Pulpa nicht zu exponieren und den Zahn gesund und vital zu erhalten. Die Dentinwundversorgung hat dabei die Aufgabe, die Pulpa vor weiteren exogenen Noxen (wie z.B. verbleibende Monomere bei Anwendung der Adhäsivtechnik oder thermische Schädigungen durch die Lichtpolymerisation) und Toxinen der Mikroorganismen zu schützen (z.B. Lipopolysaccharide)

[8], Bakterien zu töten und die Reizdentinbildung anzuregen [1]. Des Weiteren soll ein Ausstrom von Dentinliquor aus den Dentinkanälchen vermieden werden.

Welche Voraussetzungen müssen für einen möglichen Vitalerhalt der Pulpa gegeben sein?

Bis heute ist die Entscheidungsfindung der weiterführenden Therapie daran gekoppelt, ob es sich um eine reversible oder irreversible Pulpitis handelt. Stellt sich bei der klinischen Diagnostik heraus, dass sich bereits eine irreversible Pulpitis entwickelt hat, ist eine Wurzelkanalbehandlung indiziert, weil davon ausgegangen werden muss, dass trotz Therapie eine Ausheilung des Gewebes nicht mehr möglich ist. Diskutiert wird derzeit, ob eine Pulpotomie als Behandlung ausreichend ist [8]. Handelt es sich um eine reversible Pulpitis, so sind vitalerhaltende Maßnahmen wie eine Dentinwundversorgung mit anschließender Füllungstherapie indiziert (Tab. 1) [8].

Was ist das Ziel der Kariesbehandlung?

Ziel ist es, die Karies soweit zu entfernen und Pulpa- und Dentinareale so zu versorgen, dass die Pulpa vor weiteren Reizen und Mikroorganismen geschützt ist. Die gewünschten Mate-

rialeigenschaften für eine adäquate Dentinwundversorgung sind das Abtöten von möglicherweise verbliebenen Mikroorganismen, die Fähigkeit, saures Gewebe zu neutralisieren, welches als Stoffwechselprodukt in der kariösen Läsion resultiert, die Remineralisierung, der Infektionsschutz und die Anregung der Tertiär-Dentinbildung, welche neben der Bildung von Reizdentin auch die Sklerosierung der Dentintubuli beinhaltet [11].

Calciumhydroxid

Calciumhydroxid findet seit den 1920er Jahren Anwendung in der Zahnmedizin [13]. Es wird in der zahnärztlichen Behandlung am häufigsten für die Dentinwundversorgung verwendet [10, 24]. Aufgrund seiner positiven Eigenschaften kann es sowohl bei der direkten als auch der indirekten Überkappung angewendet werden. Calciumhydroxid wirkt aufgrund seines sehr alkalischen pH-Werts von ca. 12,5 bakterizid, neutralisiert Lipopolysaccharide und unterstützt die Regeneration des Pulpagewebes.

Weichbleibende Calciumhydroxidpräparate

Weichbleibende Einpastenpräparate wie z.B. UltraCal XS (Ultradent Products GmbH, Köln, Deutschland) oder Calcicur (Voco GmbH, Cux-

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Jacker-Guhr S: Which “band-aid” is appropriate for the dentin wound of permanent teeth? Dtsch Zahnärztl Z 2020; 2: 30–32
 Zitierweise: Jacker-Guhr S: Welches „Pflaster“ gehört auf die Dentinwunde bleibender Zähne? Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 76–79
 DOI.org/10.3238/dzz.2020.0076–0079

haven, Deutschland) haften nur schlecht am Dentin. Des Weiteren führen Resorptionen zu einer mechanischen Instabilität des Materials [2, 19]. Aufgrund dessen bieten sie keinen Langzeitschutz vor Undichtigkeiten (microleakage, Tunneleffekt) [4].

Selbsthärtende Zweipasten-Präparate

Die häufigsten Vertreter dieser Gruppe sind die Calciumsalizylatester-Zemente wie z.B. Dycal (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Deutschland) oder KerrLife (KerrHawe SA, Bioggio, Schweiz). Bei diesen Präparaten resultiert ein geringerer pH-Wert als bei wässrigen Suspensionen [27] und aufgrund dessen ein schwächerer antimikrobieller Effekt. Auch diese Präparate weisen eine kontinuierliche Desintegration auf und haben ein sehr niedriges Elastizitätsmodul sowie eine geringe Druck- und Zugfestigkeit [4]. Nach der Anwendung selbsthärtender Zemente kommt es häufiger zu entzündlichen Veränderungen in der Pulpa als bei der Verwendung einer wässrigen Suspension [22]. Zudem weisen sie eine höhere Toxizität auf, was auf die Additiva, wie z.B. Zink Stearat (Accelerator), Bariumsulfat (Kontrastmittel, um den Zement im Röntgenbild opaker zu machen), oder Pigmente und Stabilisatoren zurückzuführen ist [20].

Alternativen zu den klassischen Calciumhydroxidpräparaten

Kunststoffmodifizierte Calciumhydroxidpräparate

Hierzu gehören:

1. Liner und Zemente mit Calciumhydroxidzusatz, z.B. Calcimol LC (Voco, Cuxhaven, Deutschland), Calcident LC (Willman und Pein GmbH, Barmstedt, Deutschland), Prisma VLC Dycal (Dentsply Sirona, York, USA), Kent Calciumhydroxide LC (Kent Dental, Istanbul, Türkei)
2. Liner und Zemente mit Calciumsilikatzusatz, z.B. TheraCal LC (Bisco, Schaumburg, USA)

Nur wenige kunststoffmodifizierte Präparate, z.B. Prisma VLC Dycal (Dentsply Sirona, York, USA) und TheraCal LC (Bisco, Schaumburg,

Reversible Pulpitis	Irreversible Pulpitis
<ul style="list-style-type: none"> - Positiver Sensibilitätstest - Schmerz überdauert den Reiz nicht 	<ul style="list-style-type: none"> - Verstärkt positiver Sensibilitätstest - Schmerz überdauert den Reiz deutlich oder ist dauerhaft vorhanden - Schmerz strahlt aus und ist durch Wärme provozierbar - Auch asymptomatischer Verlauf möglich
Vitalerhaltende Maßnahmen	Wurzelkanalbehandlung

Tabelle 1 Das derzeit empfohlene Diagnose- und Therapieschema der reversiblen und irreversiblen Pulpitis (Tab. 1: S. Jacker-Guhr)

USA), sind für die direkte Überkappung zugelassen. Bei der Behandlung einer Karies profunda weisen sie durch die Kunststoffmodifikation einige Vorteile auf. Die Aushärtung erfolgt aufgrund der Lichtpolymerisation sehr zügig. Sie weisen bessere physikalische Eigenschaften auf, haben eine geringere Wasserlöslichkeit und zeigen keine Auflösungserscheinungen [4]. Allerdings enthalten kunststoffmodifizierte Pulpaüberkappungsmaterialien organische Materialien und setzen diese frei [18]. So können freigesetzte Restmonomere die Pulpa schädigen, da sie zytotoxisch wirken [12]. Auch die Polymerisation selbst bringt Probleme mit sich. Durch die feuchte Dentinoberfläche wird sie negativ beeinflusst [18]. Es kann durch den Austritt von Dentinliquor und der daraus resultierenden schlechteren Haftung zu der Ausbildung eines Mikro-/Nanoleakage kommen. Zusätzlich sind aufgrund der Tiefe der Kavität thermische Schäden der Pulpa durch die Lichtpolymerisation möglich. Soares et al. untersuchten den Einfluss der Lichtpolymerisation von lighthärtenden Überkappungsmaterialien und Adhäsiven im pulpanahen Bereich und konnten zeigen, dass es bei einer Restdentindicke von 1 mm zu einer Temperaturerhöhung von 3,8–6,4 °C kommen kann [26]. Da bei einer Karies-profunda-Behandlung die Restdentindicke häufig nur ca. 0,2 mm beträgt, ist mit einem noch höheren Temperaturanstieg im Bereich der Pulpa zu rechnen. Steigt die Temperatur auf über 42 °C, kommt es zu einem Absterben des Gewebes. Zudem wird eine Deformation im Bereich des Pulpakammer-

dachs bewirkt [26]. Eine Überkappung der Pulpa mit kunststoffmodifizierten Calciumhydroxidpräparaten ist nicht empfehlenswert [8].

Calciumsilikatzemente

Der bekannteste in der Zahnmedizin verwendete Calciumsilikatzement ist MTA (Mineraltrioxidaggregat [Di- und Tricalciumsilikat + Wasser]). Er weist eine höhere Festigkeit und eine geringere Löslichkeit als konventionelle Calciumhydroxidpräparate auf [7]. MTA hat eine hohe Biokompatibilität und gibt während der Aushärtungsphase Calciumhydroxid und Silizium ab [27, 29]. Der pH-Wert von MTA steigt während des Abbindevorgangs bis auf einen Wert von 12,5 an, was mit dem pH-Wert eines Calciumhydroxidpräparats vergleichbar ist [14, 28]. Die Nachteile von MTA in der täglichen Praxis sind die hohen Kosten des Materials und die lange Aushärtungsdauer [16]. Die lange Abbindezeit der Calciumsilikatzemente macht zudem eine Abdeckung erforderlich, um einen adhäsiven Verschluss vornehmen zu können. Vural et al. führten eine klinische Studie über 24 Monate durch, in der MTA und Calciumhydroxid in der Karies-profunda-Behandlung verglichen wurden [30]. Beide Präparate zeigten einen gleich guten klinischen Erfolg. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden [30].

Zusammenfassung

Die Versorgung der Dentinwunde sollte im Zusammenhang mit der aktuellen Konsensusempfehlung zur Exkavation der Karies betrachtet werden [25]. Aus ihr geht hervor, dass in pulpanahen Bereichen auf eine voll-

ständige Kariesexkavation verzichtet werden sollte, um eine mögliche Pulpaexposition zu vermeiden. In pulpafernen Bereichen ist eine vollständige Entfernung der Karies obligat, um die Stabilität der späteren Restauration zu gewährleisten [25]. Derzeit gibt es jedoch keine genauen Angaben darüber, wieviel kariöses Dentin belassen werden kann [3]. Im Allgemeinen ist die Evidenz bei der Untersuchung des Nutzens oder der Notwendigkeit von Calciumhydroxidpräparaten bei der Karies-profunda-Behandlung sehr gering [9, 10, 24, 31]. Auch bei der schrittweisen oder selektiven Kariesexkavation konnte kein Einfluss auf den klinischen Erfolg festgestellt werden [9].

Allerdings hat eine Studie aus dem Jahr 2013 gezeigt, dass ein Großteil (ca. 70 %) der praktizierenden Zahnärzte in Norddeutschland während der Behandlung versuchen, eine Karies vollständig zu exkavieren, weil sie befürchten, dass verbleibende Karies der Pulpa schaden könnte [23]. Dabei waren das Alter, das Geschlecht und das berufliche Umfeld des behandelnden Zahnarztes keine signifikanten Variablen im klinischen Vorgehen [23]. Wird diese Vorgehensweise bei der Behandlung einer Karies profunda gewählt, sollte der pulpanahe Bereich abgedeckt werden. Aufgrund seiner positiven Eigenschaften ist MTA am besten geeignet. Berücksichtigt man allerdings das Handling, die Abbindezeit und die hohen Kosten, so ist Calciumhydroxid eine vertretbare Alternative. Eine adhäsive Restauration ist in jedem Fall zu empfehlen, um eine erneute Kontamination mit Mikroorganismen zu vermeiden [13]. Eine Versorgung mit einer adäquaten Abdichtung nimmt einen höheren Stellenwert in Bezug auf den Erfolg der Behandlung ein, als das Material, das für die Überkappung verwendet wird [5, 6].

Literatur

- About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ: The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent* 2001; 29: 109–117
- Barnes IM, Kidd EA: Disappearing dycal. *Br Dent J* 1979; 147: 111
- Buchalla W, Frankenberger R, Galler KM et al.: Aktuelle Empfehlungen zur Kariesexkavation. *Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ). Dtsch Zahnärztl Z* 2017; 72: 484–494
- Chen J, Cui C, Qiao X et al.: Treated dentin matrix paste as a novel pulp capping agent for dentin regeneration. *J Tissue Eng Regen Med* 2017; 11: 3428–3436
- Cohenca N, Paranjpe A, Berg J: Vital pulp therapy. *Dent Clin North Am* 2013; 57: 59–73
- Dammaschke T, Leidinger J, Schäfer E: Long-term evaluation of direct pulp capping – treatment outcomes over an average period of 6.1 years. *Clin Oral Invest* 2010; 14: 559–567
- Dammaschke T, Camp JH, Bogen G: MTA in vital pulp therapy. In: Torabinejad M (Hrsg.): *Mineral trioxide aggregate – properties and clinical applications*. Wiley Blackwell Publishing, Ames 2014, 71–110
- Dammaschke T, Galler K, Krastl G: Aktuelle Empfehlungen zur Vitalerhaltung der Pulpa. *Dtsch Zahnärztl Z* 2019; 74: 54–63
- da Rosa WLO, Cocco AR, Silva TMD et al.: Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2018; 106: 1358–1368
- da Rosa WLO, Lima VP, Moraes RR, Piva E, da Silva AF: Is a calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2019; 52: 588–603
- Duda S, Dammaschke T: Maßnahmen zur Vitalerhaltung der Pulpa. Gibt es Alternativen zum Kalziumhydroxid bei der direkten Überkappung? *Quintessenz* 2008; 59: 1327–1334
- Hebling J, Lessa FC, Nogueira I, Carvalho RM, Costa CA: Cytotoxicity of resin based light-cured liners. *Am J Dent* 2009; 22: 137–142
- Hilton T: Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent* 2009; 34: 615–625
- Ida K, Maseki T, Yamasaki M, Hirano S, Nakamura H: pH values of pulp-capping agents. *J Endod* 1989; 15: 365–368
- Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L et al.: Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res* 2016; 28: 49–57
- Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T: An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med* 2015; 11: 16
- Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E et al.: Global burden of oral conditions in 1990–2010: a systematic analysis. *J Dent Res* 2013; 92: 592–597
- Nilsen BW, Jensen E, Örtengren U, Michelsen VB: Analysis of organic components in resin-modified pulp capping materials: critical considerations. *Eur J Oral Sci* 2017; 125: 183–194
- Papadaku M, Barnes IE, Wassell RW, McCabe JF: Adaptation of two different calcium hydroxide bases under a composite restoration. *J Dent* 1990; 18: 276–280
- Poggio C, Ceci M, Dagna A, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M: In vitro cytotoxicity evaluation of different pulp capping materials: a comparative study. *Arh Hig Rada Toksikol* 2015; 66: 181–188
- Reeves R, Stanley HR: The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 22: 59–65
- Schröder U: Effects of calcium hydroxide containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation. *J Dent Res* 1985; 64: 541–548
- Schwendicke F, Meyer-Lueckel H, Dörfer C, Paris S: Attitudes and behaviour regarding deep dentin caries removal: a survey among German dentists. *Caries Res* 2013; 47: 566–573
- Schwendicke F, Göstemeyer G, Gluud C: Cavity lining after excavating caries lesions: meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *J Dent* 2015; 43: 1291–1297
- Schwendicke F, Splieth C, Schulte A: Moderne Kariestherapie – Konsensusempfehlung zur Exkavation der Karies. *ZM* 2017; 2: 84–85
- Soares CJ, Ferreira MS, Bicalho AA, de Paula Rodrigues M, Braga SSI, Versluis A: Effect of light activation of pulp-capping materials and resin composite on dentin deformation and the pulp temperature change. *Oper Dent* 2018; 43: 71–80
- Staehele HJ, Pioch T: Zur alkalisierenden Wirkung von kalziumhaltigen Präparaten. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43: 308–312
- Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR: Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 2: 349–353
- Torabinejad M, Parirokh M: Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review. Part II: Leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010; 36: 190–202
- Vural UK, Kiremitci A, Gokalp S: Randomized clinical trial to evaluate MTA indirect pulp capping in deep caries lesions after 24-months. *Oper Dent* 2017; 42: 470–477
- Wegehaupt F, Betke H, Solloch N, Musch U, Wiegand A, Attin T: Influence of cavity lining and remaining dentin thickness on the occurrence of post-operative hypersensitivity of composite

restorations. J Adhes Dent 2009; 11: 137–141

31. Whitworth JM, Myers PM, Smith J, Walls AW, McCabe JF: Endodontic complications after plastic restorations in general practice. Int Endod J 2005; 38: 409–416

32. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL et al.: Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. Int Endod J 2017; 50: 825–829

33. World Health Organization: Sugars and decay. Geneva, Switzerland: World Health Organization 2017. WHO publication no: WHO/NMH/NHD/17.12



(Foto: Med. Hochschule Hannover)

DR. SILKE JACKER-GUHR
 Medizinische Hochschule Hannover
 Klinik für Zahnerhaltung,
 Parodontologie und
 Präventive Zahnheilkunde
 OE 7740, Carl-Neuberg Straße 1
 30625 Hannover
 Deutschland

Wir sind Parodontologie!

**Studienbeginn
 07. Mai 2020**



MASTER OF SCIENCE
 in Parodontologie und Implantattherapie

REDUZIERTE STUDIENGEBÜHR
 für Absolventen von PAR- sowie
 Implantologie-Curricula