

Wurzelkanalfüllpasten und -füllstifte

Ziel einer Wurzelkanalfüllung (WF) ist es, das gesamte Wurzelkanalsystem dauerhaft hermetisch und biokompatibel zu verschließen, um die Passage von Flüssigkeiten und Mikroorganismen im Wurzelkanal von apikal und von koronal zu verhindern.

Die WF sollte hauptsächlich aus einem (halb-)festen Kernmaterial in Form eines (oder mehrerer) Wurzelkanalfüllstifte(s) (WF-Stift) in Kombination mit einer erhärtenden Wurzelkanalfüllpaste (WF-Paste = Sealer) bestehen, wobei letztere die Inkongruenzen zwischen der Form der Wurzelkanalwand und jener des Kernmaterials volumenstabil ausfüllen soll. Dabei sollen ausschließlich Materialien zum Einsatz gelangen, die nach dem Medizinproduktegesetz für solche Indikationen als geeignet ausgewiesen sind (CE-Zertifizierung). Weichbleibende WF-Pasten sind zum definitiven Verschluss eines Wurzelkanals ebenso wenig geeignet wie Wurzelkanalfüllungen, die nur aus einer Paste (ohne Stifte) bestehen.

1 Erhärtende Wurzelkanalfüllpasten (Tab. 1)

1.1 WF-Pasten auf Zinkoxid-Eugenol-Basis

Derartige Pasten werden als Zweikomponenten-Präparate angeboten, die nach Vermischen von Pulver und Flüssigkeit durch Bildung eines Zinkeugenolates erhärten. Dieses ist in Gewebeflüssigkeit löslich, so daß diese WF-Pasten ausschließlich in Kombination mit einem (halb-)festen Kernmaterial zur Anwendung gelangen dürfen. Unter diesen Bedingungen weisen sie gute klinische Ergebnisse auf und sind in der Lage, den Wurzelkanal dauerhaft randständig zu verschließen.

Im periradikulären Gewebe werden WF-Pasten auf Zinkoxid-Eugenol-Basis teilweise resorbiert und bindegewebig abgekapselt. Bei massiver Überfüllung dieses Materials in das periapikale Gewebe kann es zu einer negativen Beeinflussung des Heilungsverlaufs bis hin zu Nekrosen des Desmodonts oder des Knochens kommen. Zu beachten ist in diesen Fällen ebenfalls das neurotoxische Potential des Eugenols, welches insbesondere bei räumlicher Nähe zum Canalis mandibularis zu Sensibilitätsstörungen bis hin zu irreversibler Hemmung der Nervaktivität führen kann. Klinische Beobachtungen weisen darauf hin, daß WF-Pasten auf Zinkoxid-Eugenol-Basis nach Überfüllung im Oberkiefer-Seitenzahnbereich das Entstehen einer Aspergillose fördern können.

Im direkten Zellkontakt wirkt Eugenol zytotoxisch. In einigen In-vitro-Systemen erwies sich Eugenol darüber hinaus als genotoxisch. In-vitro-Untersuchungen erlauben keine direkten Rückschlüsse auf die In-vivo-Anwendung derartiger WF-Pasten; ein Zusammenhang zwischen der Anwendung und karzinogenen, mutagenen und reproduktionstoxischen Effekten wurde bislang nicht nachgewiesen.

Einzelfallbeschreibungen weisen auf mögliche Kontaktallergien gegen Bestandteile dieser WF-Pasten hin. Bei Kenntnis des Vorliegens einer Allergie gegen Eugenol oder Perubalsam sollte auf eine WF-Paste ausgewichen werden, die diese Bestandteile nicht enthält. Darüber hinaus sind systemische Nebenwirkungen bislang nicht bekannt geworden.

1.2 WF-Pasten auf Epoxidharz-Basis

Diese WF-Pasten weisen ein sehr gutes Abdichtungsvermögen und eine gute Volumenbeständigkeit auf. Im periradikulären Gewebe werden sie teilweise resorbiert bzw. bindegewebig abgekapselt. Bei sachgerechter Anwendung entfalten sie kaum irritierende Wirkungen auf das periapikale Gewebe.

Ein älteres Epoxidharz setzt unmittelbar nach dem Anmischen eine zeitlich begrenzte, äußerst geringe Menge von Formaldehyd frei, welche später auch mit feinsten Analyseverfahren nicht mehr nachweisbar ist. Die freigesetzte Menge an Formaldehyd ist etwa 300- bis 1000-fach geringer im Vergleich zu WF-Pasten mit Paraformaldehydzusatz.

Aufgrund der Formaldehydfreisetzung dieser älteren WF-Paste ist an Rattenpulpaellen nach mehrtägiger Applikation eine geringgradige Hemmung der zellulären DNA-Synthese nachzuweisen. Ferner zeigt diese WF-Paste bei Implantationsversuchen initial eine Zytotoxizität, welche nach einigen Wochen deutlich abnimmt und kaum noch nachweisbar ist. Mutagene Effekte wurden ebenfalls in vitro festgestellt. Im abgebundenen Zustand sind Epoxidharze als biologisch inert zu bewerten.

In Einzelfällen wurden Kontaktallergien gegen Bestandteile dieser WF-Pasten auf Epoxid-Basis beschrieben. Weitere systemische Nebenwirkungen sind bislang nicht bekannt geworden. Da bei dem älteren Epoxidharz nur während einer kurzen Dauer mit einer meßbaren Formaldehydfreisetzung zu rechnen ist, ist auch bei späterem Nachweis einer Formaldehydallergie in der Regel die Entfernung der WF-Paste nicht erforderlich.

Bei Kenntnis des Vorliegens einer Formaldehydallergie kann auf ein, unter physikalischen und werkstoffkundlichen Aspekten gleichwertiges und hinsichtlich der Biokompatibilität weiter verbessertes Nachfolgeprodukt ausgewichen werden, welches zu keinem Zeitpunkt Formaldehyd freisetzt. Insgesamt sind WF-Pasten auf Epoxidharz-Basis als empfehlenswert einzustufen.

1.3 WF-Pasten auf Methakrylat-Basis

Polyhydroxyethylmethakrylate

Dieses hydrophile Gel polymerisiert unter Feuchtigkeitseinfluß und expandiert dabei, unter trockenen Bedingungen schrumpft dieses Material. Erhärtet es im feuchten Milieu, so expandiert es unkontrollierbar und bindet inhomogen ab.

Diese Paste ist teilweise resorbierbar und kann im periapikalen Gewebe Entzündungsprozesse verursachen oder unterhalten, bis hin zu Resorptionen des periapikalen Knochens. Bestandteile der WF-Paste sind auch bei ausschließlich intrakanalärer Anwendung im periapikalen Gewebe nachweisbar und können dort entzündliche Reaktionen verursachen.

Nach derzeitigem Stand kann die Anwendung derartiger WF-Pasten nicht empfohlen werden.

1.4 WF-Pasten auf Polyketon-Basis

Eine Mischung aus Vinylpolymerisaten härtet infolge Komplexbildung aus. Die Irritation des periapikalen Gewebes bei direktem Kontakt zur WF-Paste ist vergleichsweise gering ausgeprägt. Während und nach der Abbindereaktion zeigen diese WF-Pasten weder karzinogene noch mutagene Wirkungen.

Die Biokompatibilität, die Volumenbeständigkeit sowie das Abdichtungsverhalten kann allgemein als gut bezeichnet werden.

1.5 WF-Paste auf Polydimethylsiloxan-Basis

Da zu dieser WF-Paste bislang nur sehr wenige In-vitro- und noch keine In-vivo-Studien vorliegen, können zum derzeitigen Zeitpunkt Empfehlungen zu dieser WF-Paste noch nicht gegeben werden.

1.6 WF-Pasten auf Salicylat-Basis mit Kalziumhydroxid

Diese Pasten setzen während ihrer Abbindereaktion in Abhängigkeit vom Präparat unterschiedliche Mengen an zytotoxischen Bestandteilen frei. Mit experimentellen Testmethoden an Rattenpulpapazellen konnte nach mehrtägiger Liegedauer verschiedener WF-Pasten dieser Gruppe keine Hemmung der zellulären DNA-Synthese gefunden werden. In primären und permanenten Fibroblastenkulturen wurden bei einem Präparat hingegen deutliche zytotoxische Effekte festgestellt. Bei direktem Kontakt zum periapikalen Gewebe rufen diese Materialien nur vergleichsweise geringe entzündliche Reaktionen hervor. Insofern weisen diese WF-Pasten mit Kalziumhydroxid eine gute bis ausgezeichnete Biokompatibilität auf.

Hinsichtlich Dichtigkeit und Volumenbeständigkeit sind kalziumhydroxidhaltige WF-Pasten ebenfalls als gut zu bewerten. Für die verschiedenen Vertreter dieser Gruppe steht indes der Nachweis noch aus, daß eine längerfristige direkte Exposition gegenüber Gewebe- und oralen Flüssigkeiten nicht zu Auflösungsprozessen oder Desintegration der WF-Paste führt. Daher sind sie derzeit nur mit Zurückhaltung zu empfehlen.

1.7 WF-Pasten auf Glasionomer-Zement-Basis

Bislang sind zwei WF-Pasten auf Glasionomer-Basis auf dem Dentalmarkt erhältlich. Bei diesen wird feinstteiliges Kalzium-Aluminium-Fluoro-Silikatglas mit einer wäßrigen Lösung einer Polycarbonsäure vermischt. Diese WF-Pasten gelten als gewebeverträglich. Im periapikalen Gewebe werden sie nicht resorbiert. Erste Berichte deuten auf ein klinisch akzeptables Abdichtungsverhalten dieser Pasten hin.

1.8 WF-Pasten auf Guttapercha-Basis

Die Anwendung der nachfolgend aufgeführten WF-Pasten ist als historisch anzusehen, sie wurden aber aus Gründen der Vollständigkeit in diese Übersicht aufgenommen.

WF-Pasten auf Guttapercha-Basis bestehen aus einer Guttaperchalösung in einem organischen Lösungsmittel, wie z. B. Chloropercha (Chloroform) und Eucapercha (Eukalyptusöl).

Beim Chloroform (Trichlormethan) besteht der begründete Verdacht auf Kanzerogenität. Insofern ist von einer lokalen Anwendung in der Mundhöhle dringend abzuraten. Chloroform, wie auch im geringeren Maße Eukalyptusöl, wirken zudem zytotoxisch.

Beide Verfahren sind zudem mit dem Nachteil behaftet, daß sie infolge des Verdampfens des Lösungsmittels eine erhebliche Schrumpfung aufweisen. Hinsichtlich ihrer Dichtigkeit und Volumenbeständigkeit sind sie anderen WF-Pasten unterlegen. Daher ist die Verwendung dieser Materialien zur WF nicht mehr angezeigt.

1.9 WF-Pasten mit Medikamentenzusätzen

Mitunter wird einigen WF-Pasten ein Desinfizienz, zumeist Paraformaldehyd, und/oder ein Antiphlogistikum (Kortikosteroide) zur Schmerzkontrolle zugesetzt.

(Para-)Formaldehyd-Zusätze

Zur allgemeinen Bewertung aldehydfreisetzender zahnärztlicher Materialien sei auf die diesbezüglichen Stellungnahmen der DGZMK (Stand März 1997 und Dezember 1998) verwiesen.

WF-Pasten mit einem Zusatz von Paraformaldehyd spalten während und nach der Härtung Formaldehyd ab. Aufgrund der ausgeprägten neurotoxischen Wirkung des Formaldehyds sind

Parästhesien beschrieben worden, und zwar sowohl bei sachgerechter intrakanalärer Anwendung als auch insbesondere nach Überfüllung des Wurzelkanals. Darüber hinaus wurden bei ausschließlich intrakanalärer Anwendung derartiger WF-Pasten im periapikalen Gewebe chronische entzündliche Reaktionen bis hin zu Nekrosen und Knochenresorptionen nachgewiesen. Die Heilung bestehender periapikaler Entzündungen wird durch die Anwendung dieser WF-Pasten nachweislich verzögert. WF-Pasten mit Zusatz von Paraformaldehyd sind eindeutig zytotoxisch, auch im abgebundenen Zustand.

Nach WF mit paraformaldehydhaltigen Materialien resultiert eine systemische Verteilung von Formaldehyd. Hinweise auf systemische Effekte liegen jedoch nicht vor. Demgegenüber ist das allergisierende Potential des Formaldehyds eindeutig von klinischer Relevanz. Mehrfach wurde auf allergische Reaktionen vom Sofort-Typ nach Anwendung formaldehydhaltiger WF-Pasten hingewiesen. Die Verwendung von WF-Pasten mit Zusatz von Paraformaldehyd ist heute obsolet.

Kortikosteroid-Zusätze

Kortikosteroide unterdrücken u. a. die Phagozytose; sie bewirken grundsätzlich eine lokale Immunsuppression. Dies führt vielfach - auch bei Zusatz eines Desinfiziums oder eines Antibiotikums - zu einer unkontrollierten lokalen Vermehrung von Mikroorganismen, was zumeist eine Verschlechterung einer bereits im periapikalen Gewebe etablierten Entzündung zur Folge hat. Die Anwendung kortikoidhaltiger WF-Pasten zur WF kann heute nicht mehr als adäquate Therapie angesehen werden.

2 Wurzelkanalfüllstifte (WF-Stifte)

WF-Stifte dienen zur Kondensation von WF-Pasten und bestehen entweder aus Guttapercha, Metall oder Kunststoff. Erwärmte Guttapercha weist eine Kontraktion während der Abkühlung auf. Im allgemeinen sind WF-Stifte biologisch inerte als WF-Pasten.

2.1 halbfeste WF-Stifte

Guttapercha-Stifte: Sie bestehen aus Guttapercha, Zinkoxid, Wachsen und Kunststoffen, Schwermetallsulfaten, Farbstoffen sowie aus einigen Spurenelementen (u. a. Cd, Cu, Fe, S, Ti), und gehören zur Gruppe der Beta-Guttapercha. Die Biokompatibilität der Guttapercha-Stifte ist insgesamt als gut zu bewerten. Guttapercha-Stifte sollten stets in Kombination mit einer WF-Paste benutzt werden, auch bei WF-Techniken mit thermisch plastifizierter Guttapercha.

Insgesamt erfüllen Guttapercha-Stifte in einem hohen Maße die Anforderungen, die unter den Aspekten Gewebeverträglichkeit, Abdichtungsverhalten, Handhabung und ggf. notwendige Entfernbarkeit an WF-Stifte zu stellen sind.

2.2 Feste WF-Stifte

Da feste WF-Stifte im Gegensatz zu Guttapercha-Stiften keine Kompressibilität aufweisen und somit nicht im Wurzelkanal kondensiert werden können, erhöht dies aufgrund der den meisten WF-Pasten eigenen Abbindekontraktion die Wahrscheinlichkeit von Randundichtigkeiten.

Darüber hinaus weisen WF-Stifte aus Silber eine im Vergleich zu den WF-Pasten erhöhte Radioopazität auf, was die radiologische Überprüfung der WF erschweren kann. Ferner ist bei einer ggf. indizierten Revision einer WF deren Entfernung durch feste Stifte erschwert, teilweise sogar unmöglich.

- a) *Silberstifte*: WF-Stifte aus Silber korrodieren, falls sie mit Gewebeflüssigkeit in Kontakt kommen, wobei zytotoxische Produkte (Silbersulfide, -chloride, -sulfate und -karbonate) entstehen und in das periapikale Gewebe gelangen. Diese sind häufig die Ursache für akute und/oder chronische Entzündungsreaktionen im periapikalen Gewebe. Derartige Korrosionserscheinungen treten auch im Wurzelkanal auf, sofern Gewebeflüssigkeit intrakanalär in Kontakt zum Silberstift kommt.
- b) *Titanstifte*: Diese WF-Stifte korrodieren nicht. Sie sind nur bei engen Wurzelkanälen indiziert, da weitlumig aufbereitete Wurzelkanäle vorteilhafter mit Guttapercha-Stiften in Kombination mit einer geeigneten WF-Paste verschlossen werden können. Die Röntgensichtbarkeit ist deutlich geringer als jene der Silberstifte.
- c) *Kunststoffstifte*: Diese mit Guttapercha ummantelten Stifte erreichen bei nur geringgradiger Erwärmung der Guttapercha eine gute Abdichtung des Wurzelkanals. Hinsichtlich der Arbeitssicherheit (Unter- und Überfüllungen des Wurzelkanals) ist jedoch eine gewisse Vorsicht geboten. Reine Kunststoffstifte sind heute als WF-Stifte nicht mehr üblich.

Nach abgeschlossener Wurzelkanalbehandlung sollte unter den Aspekten der Prävention einer Bakterienpenetration in das endodontische System sowie der Frakturprophylaxe möglichst bald eine bakteriendichte und die Zahnhartsubstanz stabilisierende Restauration des wurzelkanalbehandelten Zahnes erfolgen.

Tabelle 1: Beispielhafte Auflistung einiger Produkte aus den verschiedenen Gruppen erhärtender WF-Pasten.

Erhärtende WF-Pasten	Produkte	Hersteller
Zinkoxid-Eugenol-Basis	Aptal-Harz Hermetic	Speiko Lege Artis
Epoxidharz-Basis	älteres Produkt: AH 26 neues Produkt: AH Plus	Dentsply DeTrey Dentsply DeTrey
Methakrylat-Basis Polyhydroxyethylmethakrylat	Hydron	Hydron Canada
Polyketon-Basis	Diaket	ESPE
Polydimethylsiloxan-Basis	RSA RoekoSeal Automix	Roeko
Salicylat-Basis mit Kalziumhydroxid	Apexit Sealapex	Vivadent Kerr
Glasionomer-Zement-Basis	Ketac-Endo Endion	ESPE Voco
Medikamentenzusätze (Para-)Formaldehyd Kortikosteroide	N2 Normal / Universal Endomethasone	Hager & Werken Pharma-Dental

DZZ 55 (00)

Stellungnahme der DGZMK V 1.0, Stand 6/99. Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und der DGZ.

