

Die Desinfektion des Wurzelkanals – Mehr als nur Spülen?

Die weitaus überwiegende Zahl endodontischer Erkrankungen – von der Pulpitis über die Parodontitis apicalis bis zum apikalen Abszess – ist auf eine Entzündung der Pulpa und eine folgende bakterielle Besiedelung des komplexen endodontischen Systems zurückzuführen. Konsequenterweise muss die Desinfektion des verzweigten Wurzelkanals im Mittelpunkt einer Wurzelkanalbehandlung stehen, die aber abhängig von der Ausgangsdiagnose durchaus differenziert ausfallen sollte.

Im Wesentlichen sind bei der Diskussion um die Desinfektion die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Ausgangsdiagnose
- Art und Konzentration der Desinfektionslösung(en)
- Menge und Einwirkzeit
- Applikations- und Aktivierungstechnik

Aus physikalischer Sicht folgt die „Spülung“ dem Hagen-Poiseuilleschen Gesetz, in das u. a. der Querschnitt und die Länge des Wurzelkanals sowie die Strömungsgeschwindigkeit eingehen. Es muss u. a. ein ausreichender Scherdruck aufgebaut werden, um Debris und Gewebereste von der Wurzelkanalwand zu lösen. Dieser Druck darf aber nicht dazu führen, dass größere Mengen der Lösung in den Periapex extrudiert werden. Gleichzeitig sollen die Lösungen in der Lage sein, möglichst tief in die mikrofeinen, bakteriell infizierten Dentintubuli und Verzweigungen des Kanalsystems zu penetrieren. Zuvor muss jedoch die präparationsbedingte Schmierschicht („smear layer“), bestehend aus organischen und anorganischen Bestandteilen, aufgelöst werden.

Aus chemischer Sicht soll die Lösung organisches und anorganisches Gewebe auflösen, ohne gewebeschädlich zu wirken, ein Widerspruch, der sich nur durch

einen Kompromiss halbwegs akzeptabel lösen lässt. Zusätzlich sollen die verwendeten Lösungen den Zahn nicht verfärben (hiermit scheiden antibakteriell hochwirksame jodhaltige Lösungen aus) und die Dentineigenschaften (E-Modul, Härte) nicht grundlegend verändern. Aus mikrobiologischer Sicht sollen die verwendeten Flüssigkeiten gegen möglichst viele endodontisch relevante Bakterien, Fungi und Viren wirksam sein, was angesichts der immens hohen Zahlen an Mikroorganismen auch utopisch erscheint.

Umfang und Diversität der Aufgaben legen bereits nahe, dass eine zufriedenstellende, alle Herausforderungen gleich gut lösende „Spülung“ mit nur einer einzigen Lösung nicht zu erreichen ist. Es funktioniert trotzdem! Warum?

Das Konzept der Infektionskontrolle

Für den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung ist nie nur ein bestimmter Einzelschritt oder ein bestimmtes Instrument verantwortlich, sondern eine möglichst stabile Kette miteinander

interagierender Einzelmaßnahmen, die durch Verwendung von Instrumenten und Materialien optimiert werden können. Die chemische Desinfektion stellt nur ein, wenn auch zentrales Einzelglied dieser Kette dar, wie die Tabelle zeigt.

Die Wurzelkanalpräparation

Vielfach unterschätzt, trägt bereits die Wurzelkanalpräparation zur Reduktion der Keimzahl bei. Genau genommen beginnt die Desinfektion, wenn die Zugangskavität nach der Präparation mit Natriumhypochlorit (NaOCl) überschwemmt wird: Da hier der überwiegende Anteil der Mikroorganismen lokalisiert ist, wird die Keimzahl schlagartig um 70 – 80 % verringert. Erfolgt die weitere Präparation schrittweise apikalwärts (Crown-down-Technik), wird der Wurzelkanal sukzessive von koronal nach apikal erweitert, kann immer größere Mengen von frischem NaOCl aufnehmen und wird schon parallel zur Präparation desinfiziert. Gleichzeitig wird die Menge apikalwärts transportierter Keime und Dentinspäne

Das Konzept der Infektionskontrolle	
Verhinderung des Neuzutritts	
	Kofferdam
	Aufbaufüllung
	Desinfektion des Arbeitsfeldes
Reduktion der intrakanalären Keimzahl	
	Präparation
	Abtragen infizierten Dentins
	Bessere Applikation der Desinfektionslösung
	Desinfektion
	Entfernung der Schmierschicht
	Entfernung der Gewebereste
	Elimination der Bakterien
	Neutralisation der Bakterienabbauprodukte (LPS)
	Medikation
	Elimination der Bakterien
	Neutralisation der Bakterienabbauprodukte
Verhinderung des Neuzutritts	
	Aseptische Arbeitsweise
	Wurzelkanalfüllung
	Speicheldichte Restauration

reduziert und damit gleichzeitig das Risiko von Blockaden und apikaler Extrusion mit postoperativen Beschwerden verringert. Zu berücksichtigen ist aber, dass die Wurzelkanalwand nie vollständig von Instrumenten erreicht und bearbeitet wird – bis zu 30 % und mehr bleiben unbearbeitet – und anschließend von einer Schmierschicht aus Dentinabrieb, Geweberesten und Mikroorganismen bedeckt ist (Abb. 1–2).

Die Desinfektionslösungen

Natriumhypochlorit

Nach wie vor die unumstrittene Nummer 1 unter den Desinfektionslösungen ist Natriumhypochlorit, umstritten ist lediglich die Konzentration, für die sich Empfehlungen von 0,5 % bis über 8 % finden. Höhere Konzentrationen führen zu einer etwas schnelleren Gewebeauflösung und zeigen eine geringfügig bessere antibakterielle Wirkung, aber auch deutlich unangenehmere Nebenwirkungen bei apikaler Extrusion (Abb. 3).



Abb. 1: Wurzelkanalwand nach der maschinellen Bearbeitung mit einer Schmierschicht, die die Kanalwand und die Öffnungen der Dentintubuli bedeckt, und ausgedehnten nicht bearbeiteten Wandbereichen (oben rechts)

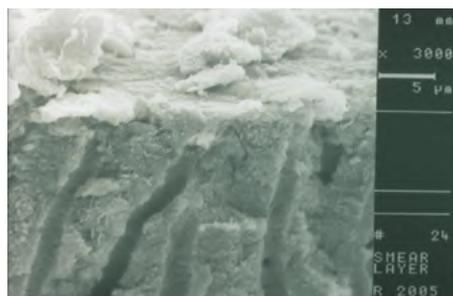


Abb. 2: Detailaufnahme der Schmierschicht auf der Wurzelkanalwand, die bis in die Dentintubuli hineingepresst ist (Vergrößerung 3.000 x)

In der v. a. von Spezialisten gerne zitierten Studie von Sjogren et al. mit einer 94%igen Erfolgsquote von Wurzelkanalbehandlungen wurde mit 0,5%igem Natriumhypochlorit gearbeitet!¹

Wichtiger als die Konzentration sind Menge, Einwirkzeit und Applikation.

Der Effekt einer Erwärmung der Lösung wird kontrovers diskutiert, da fraglich ist, ob es während der Passage durch die lange Spülnadel und im Inneren des Wurzelkanals nicht schnell zu einer Abkühlung auf oder nahe an die Ausgangstemperatur kommt.

Chelatoren

Da aber NaOCl nicht in der Lage ist, den anorganischen Anteil der präparationsbedingten Schmierschicht aufzulösen, diese aber das Dentin so bedeckt, dass NaOCl nicht bis an die Wurzelkanalwand oder in die Tubuli vor- und eindringen kann, wird zusätzlich eine schwache Säure, ein Chelator, benötigt: EDTA oder Zitronensäure (10–50 %). Vielversprechende neuere Lösungen (z. B. DualRinse,



Abb. 3: Folgen einer apikalen Extrusion von 5,25 % NaOCl. Heftige Schmerzen und ausgedehnte interstitielle Blutungen bis in den Thoraxbereich (aus Hülsmann M., Schäfer, E. (Hrsg.) Probleme in der Endodontie. Quintessence Publishing, Berlin 2015)

MedCem, Weinfelden, Schweiz) versuchen, die Wirkung von NaOCl und einem Chelator zu kombinieren.

Chlorhexidin

Kontrovers diskutiert werden die Bedeutung, der Nutzen und mögliche Nachteile von CHX. In den letzten Jahren wurde die zusätzliche Desinfektion mit 2 % CHX empfohlen, da dieses mit seiner ausgeprägten antibakteriellen Potenz auch gegen einige Problemkeime, wie Candida-Spezies und Enterococcus faecalis, wirksam sein soll. CHX-Spülungen wurden daher insbesondere für Revisionsbehandlungen empfohlen, in denen die Elimination eines sehr problematischen und teilweise resistenten Keimspektrums im Fokus steht. Als Nachteile gelten die Interaktion von CHX und NaOCl, die sich in einer bräunlichen Ausfällung manifestiert, die vermutlich potenziell karzinogenes Parachloranilin enthält und nur schwierig zu entfernen ist und die erschwerte Entfernung des Biofilmes nach CHX-Kontakt.

Weitere Desinfektionslösungen wie H₂O₂, CHKM, Jod-Jod-Kali o. Ä. spielen in zeitgemäßen Desinfektionskonzepten keine Rolle mehr.

Die Spülmenge

Verlässliche und konsenterte Empfehlungen zur Menge der zu verwendenden Desinfektionslösungen liegen in der Literatur nicht vor, die Empfehlungen schwanken zwischen 10 und 25 ml.



Abb. 4: Bräunliche Ausfällungen nach konsekutiver Anwendung von NaOCl und CHX

Fortbildung

Da viele verschiedene Faktoren, u. a. das Volumen und die Verzweigkeit des Wurzelkanals, das Ausmaß der Kontamination und die Zusammensetzung der Keimflora, eine Rolle spielen, wird es kaum jemals ein universell gültiges Desinfektionsprotokoll geben. Je umfassender die Kontamination des Wurzelkanals erscheint und je ausgeprägter die klinischen Symptome sind, umso intensiver muss die Desinfektion erfolgen. Angesichts des mit wenigen Mikrolitern nur geringen Volumens des Wurzelkanalsystems (ca. 25 µl) ist vermutlich weniger die absolute Menge der Desinfektionslösung relevant, als vielmehr die Menge des immer wieder v. a. in die Apikalregion neu zugeführten, für die Desinfektion entscheidenden Chlorits, das jedoch relativ schnell wieder durch Gewebereste, Dentinspäne, Blut, Sekret oder Eiter inaktiviert wird. 0,1 ml für 20 Sekunden in die Apikalregion appliziert, sind mit Sicherheit effektiver als 10 ml für zwei Minuten am Wurzelkanaleingang!

Die Spülzeit

Dass es jemals evidenzgestützte, d. h. durch umfangreiche klinische Studien und durch klinische Erfolgsquoten abgesicherte Empfehlungen zu Spülzeit und Spülmenge geben wird, erscheint angesichts der Diversität des Bakterienspektrums und der endodontischen Anatomie eher unwahrscheinlich. Entsprechend verteilen sich die derzeitigen Empfehlungen der endodontischen Literatur über einen vergleichsweise breiten Korridor: Die Angaben für NaOCl schwanken zwischen zehn Minuten und einer Stunde. Zu berücksichtigen ist die zeitlich limitierte Wirkung bzw. schnelle Inaktivierung des frischen NaOCl („Chlorzehrung“) unter den Bedingungen des infizierten Wurzelkanals.

Als Leitsätze können im Prinzip nur gelten:
Es ist kaum möglich, zu viel zu spülen!
Es wird (fast) immer zu wenig gespült!

Die Applikation

Die Wirkung einer Desinfektionslösung endet ca. 2 – 3 mm nach Austritt aus der Spülnadel. Weiter apikal findet kein Austausch der Lösung und damit keine Zufuhr der (entscheidenden) Chlorit-Ionen statt. Die Effektivität der Desinfektion hängt damit von Größe und Konizität der Präparation ab. Empfohlen werden vielfach die Präparation bis etwa zu den Größen 40/.04 oder 40/.06 und die Verwendung vorne offener Spülkanülen der ISO-Größe 30, die entsprechend tief in den Wurzelkanal eingeführt werden können. Gelangt die Spitze der Spülnadel nicht auf Arbeitslänge minus 3 mm, muss die Desinfektionslösung zusätzlich apikalwärts transportiert werden.

Die Desinfektion des Wurzelkanals kann nur effektiv sein, wenn es gelingt, ausreichende Mengen frischen Chlorits in die Apikalregion zu befördern!

Die Agitation/Aktivierung der Desinfektionslösung

Unter Aktivierung wird eine Bearbeitung der Desinfektionslösung verstanden, die ihre chemischen oder antimikrobiellen Eigenschaften ändert, der Begriff der Agitation bezeichnet mehr oder weniger eine Effektivitätssteigerung durch heftiges „Umrühren“. Letzteres „schleudert“ die Lösung mit hoher Geschwindigkeit in alle Richtungen, u. U. auch in mechanisch nicht erreichbare Areale, wie Unterschnitte oder Isthmen, und generiert Turbulenzen und Verwirbelungen mit Überdruck- und Unterdrucksituationen, die zu erhöhter Sauberkeit im Wurzelkanal führen und teilweise (bei Ultraschallagitation) sogar eine antibakterielle Wirkung entfalten können.

Die derzeit gängigsten Agitationstechniken – Eddy (VDW, München, Abb. 5) und der EndoActivator (Dentsply-Sirona, Bensheim) – nutzen dünne Plastikspitzen,

die in Vibrationen (Eddy: 6.000 Hertz, EndoActivator: ca. 600 Hertz) versetzt werden. Die Literatur bescheinigt beiden Techniken eine der reinen passiven Spritzenspülung überlegene Reinigungswirkung. Eine hohe Effektivität wurde auch für die SelfAdjustingFile (Henry Schein, Berlin), den XPEndo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, Schweiz) und die Ultraschallaktivierung (z. B. Irrisafe, VDW, München) beschrieben.

Die medikamentöse Einlage

Ob eine medikamentöse Einlage tatsächlich notwendig ist, wird nach wie vor kontrovers diskutiert, in einigen Metaanalysen ergab sich kein Vorteil einer temporären medikamentös wirkenden Zwischeneinlage oder sogar ein Vorteil einer einzeitigen Arbeitsweise. Dennoch lohnt sich eine differenzierte Betrachtungsweise:

Nicht infizierter Wurzelkanal

Im Falle der Behandlung eines Zahnes mit noch vitaler, irreversibel entzündeter Pulpa finden sich im Wurzelkanal keine oder nur wenige Mikroorganismen. Bei aseptischer Behandlungstechnik gibt es keinen zwingenden Grund für eine desinfizierende Einlage. Da die Ursache möglicher Schmerzen in der – nunmehr entfernten – Pulpa zu suchen ist, besteht in der Regel auch kein Bedarf an einer analgetisch wirksamen intrakanalären



Abb. 5: Verwirbelung der Desinfektionslösung durch die Plastikspitze Eddy. Die Lösung erscheint trübe aufgrund des gelockerten und herausgespülten Debris.

Medikation, die in dem leeren Kanalsystem auch wenig ausrichten könnte.

Infizierter Wurzelkanal

Dass es unmöglich ist, das komplexe, dreidimensionale Wurzelkanalsystem vollständig von Mikroorganismen zu reinigen – auch nicht mithilfe von Lasern oder kostspieligen High-Tech-Systemen wie PIPS, SWEEPS, GentleWave, EndoVac u. Ä. –, wurde hinlänglich nachgewiesen. Eine Einlage mit antibakterieller und gewebeauflösender Wirkung kann möglicherweise die Keimreduktion unterstützen. Es liegt aber keine zwingende Indikation zur Medikation vor.

Revisionsbehandlung

Eine Revisionsbehandlung ist immer als Behandlung eines infizierten Kanalsystems zu betrachten. Da in der Regel bereits der erste Versuch einer ausreichenden Desinfektion offenbar erfolglos blieb und sich das Keimpektrum unter den schwierigen Bedingungen eines gefüllten Hohlraums mit reduzierter Nahrungszufuhr und vermuteter bakterieller Resistenzbildung (*E. faecalis*) deutlich verändert hat („nur die Harten ...“), stellt sich auch der Versuch einer Neudesinfektion erheblich schwieriger dar. Hier kann eine desinfizierende Einlage mit Kalziumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) möglicherweise hilfreich sein. Bei Revisionsbehandlungen kommt es zudem häufiger zu postoperativen Schmerzen („Flare-ups“). Eine temporäre medikamentöse Einlage hält die Option einer erneuten chemomechanischen Intervention offen.

Zeitmangel

Kann eine Behandlung aus Zeitgründen nicht in einer Sitzung abgeschlossen werden, darf das endodontische System nicht leer gelassen werden, da sich zurückgebliebene Mikroorganismen in der Zwischenzeit wieder massiv vermehren würden. Da der antimikrobielle Aspekt im Mittelpunkt steht, ist $\text{Ca}(\text{OH})_2$ das Mittel der Wahl. Das gelegentlich als

Einlage vorgeschlagene NaOCl verliert in Gegenwart von Dentinspänen oder Geweberesten in kürzester Zeit seine Wirkung, für eine kortikoidhaltige Einlage liegt keine Indikation vor.

Es gibt nach gegenwärtigem Wissensstand keine zwingende Indikation für eine medikamentöse Einlage!

Die Verhinderung der Rekontamination

Das Prinzip der Asepsis

Die Desinfektion des Kanalsystems wird konterkariert, wenn nicht parallel jeglicher Neuzutritt von Mikroorganismen verhindert wird, **antiseptische** Bemühungen im Wurzelkanal müssen durch eine **aseptische** Arbeitsweise unterstützt und abgesichert werden. Die beginnt mit einer speicheldichten Aufbaufüllung oder koronalen Restauration, dem Anlegen von Kofferdam, der Verwendung sterilen Instrumentariums, der (wiederholten) Desinfektion des Operationsgebietes (Abb. 6) und der Handschuhe, der Kontrolle der (Zwischen-)Lagerung von Instrumenten und Materialien und der Instrumententransfers während der Behandlung usw.

Der sicherste Weg zur Verbesserung der Erfolgsquote besteht in einer permanenten sorgfältigen Kontrolle der Kette der Maßnahmen zur Infektionskontrolle. Diese Kette ist immer nur so stark wie ihr schwächstes Glied!



Abb. 6: Bereits nach Präparation der Zugangskavität ist der Kofferdam so verunreinigt und kontaminiert, dass keimarme Arbeitsbedingungen nicht mehr vorliegen

Temporärer Verschluss

Zwischen den Sitzungen einer Wurzelkanalbehandlung und zwischen Wurzelkanalfüllung und definitiver permanenter Restauration muss das Wurzelkanalsystem gegen bakterielle Wiederbesiedelung durch eine speichel- und bakteriedichte temporäre Restauration gesichert werden. Als kurzzeitiger Verschluss für kleinere, einflächige Kavitäten hat sich Cavit (3M Espe, Neuss) bewährt, für größere Kavitäten oder längere Zeiträume ist ein dentinadhäsiver Verschluss vorzuziehen. Der definitiven Wurzelkanalfüllung kommt keine desinfizierende Funktion zu, sie dient allein der dauerhaften Sicherung der einmal erzielten Keimarmut. Dies ist durch einen dentinadhäsiven Aufbau und eine kaustabile und raddichte koronale Restauration, zum Frakturschutz in der Regel höckerüberkuppelnd, zu gewährleisten.

Zusammenfassung

Die Desinfektion des infizierten komplexen dreidimensionalen Wurzelkanalsystems, das „Herzstück“ jeder Wurzelkanalbehandlung, stellt eine große Herausforderung dar. Sie umfasst, beginnend mit dem Anlegen von Kofferdam und endend mit einer dichten koronalen Restauration, gleichermaßen Maßnahmen der Antisepsis und eine möglichst aseptische Arbeitsweise. Eine permanente sorgfältige Kontrolle dieser Maßnahmenkette und bei Bedarf sofortige, auch kleinere Korrekturen und Veränderungen sind der einfachste, effektivste und preisgünstigste Weg zur schnellen Verbesserung der eigenen endodontischen Erfolgsquote.

Prof. Dr. med. dent.

Michael Hülsmann, Zürich

Zentrum für Zahnmedizin Klinik für Zahnerhaltung und Präventivmedizin

Plattenstraße 11, CH-8032 Schweiz

michael.huelsmann@

med.uni-goettingen.de

Fachbeitrag

„Die Desinfektion des Wurzelkanals – Mehr als nur Spülen?“

von Prof. Dr. med. dent. Michael Hülsmann

1. Sjogren U. & Hagglund B. & Sundqvist G. & Wing K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*,16, 498-504