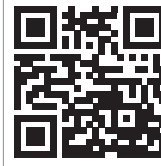


Die Self-Adjusting-File (SAF) ist ein System zur Reinigung, Formgebung- und Spülung von Wurzelkanälen, das auf einer innen hohlen, komprimierbaren Feile basiert, die sich individuell dem jeweiligen Wurzelkanalquerschnitt anpasst. Während des gesamten Aufbereitungsvorgangs erfolgt eine drucklose, kontinuierliche Zufuhr von Spüllösung durch das Feileninnere mit einem reinigenden Effekt. Durch die drucklose Spülung besteht kein Risiko von Spülunfällen mit Natriumhypochlorit. Durch die gleichmäßige schmirgelnde Aufbereitung kommt es im Gegensatz zur rotierenden Aufbereitung zu keinem Verpressen von Debris in Isthmen und Aus-sackungen im Wurzelkanalsystem. Diese Artikelreihe gibt neues, evidenzbasiertes Wissen und Verständnis über diese innovative Technologie, die die Entwicklung eines völlig neuartigen mikroinvasiven endodontischen Behandlungskonzepts möglich macht.

Dr. Tomas Lang
[Infos zum Autor]



Literatur



SAF-System – Teil 2: Technische Grundlagen

Dr. Tomas Lang, Prof. Zvi Metzger

Das Self-Adjusting-File (SAF) System ist ein Reinigungs-, Formgebungs- und Spülsystem speziell für mikroinvasive endodontische Behandlungen. Das System besteht aus einer Feile, welche sich sowohl dem Kanalverlauf als auch dem Kanalquerschnitt selbst anpassen kann. Die Self-Adjusting-File wird mithilfe eines speziellen RDT3-Instrumentenkopfes und einer Spülpumpe, die die gesamte Hohlfeile kontinuierlich mit Spülflüssigkeit versorgt, betrieben. Da die Feile die Form eines Zylinders mit Gitternetzstruktur aufweist (Abb. 1a), wird innerhalb der Feile kein Druck der Spüllösung erzeugt; jeglicher Druck, der von der Pumpe erzeugt wird, um die Spülflüssigkeit durch den Zylinder zu bewegen, fällt ab, sobald die Spülflüssigkeit in die Feile eintritt.

Abb. 1a

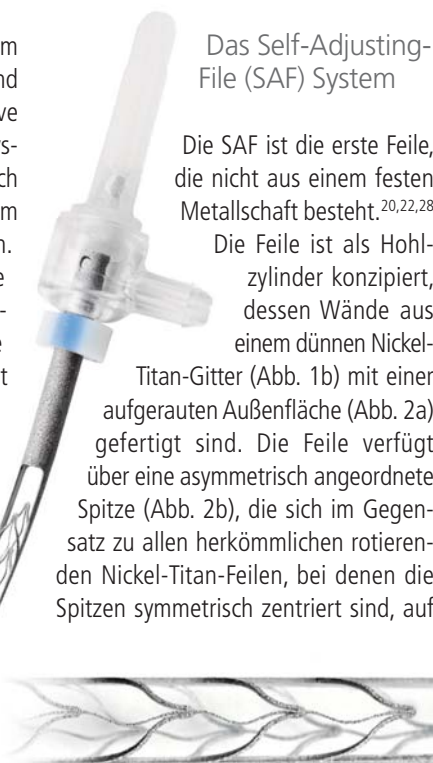


Abb. 1b

Das Self-Adjusting-File (SAF) System

Die SAF ist die erste Feile, die nicht aus einem festen Metallschaft besteht.^{20,22,28}

Die Feile ist als Hohlzylinder konzipiert, dessen Wände aus einem dünnen Nickel-Titan-Gitter (Abb. 1b) mit einer aufgerauten Außenfläche (Abb. 2a) gefertigt sind. Die Feile verfügt über eine asymmetrisch angeordnete Spitze (Abb. 2b), die sich im Gegensatz zu allen herkömmlichen rotierenden Nickel-Titan-Feilen, bei denen die Spitzen symmetrisch zentriert sind, auf



Abb. 2a

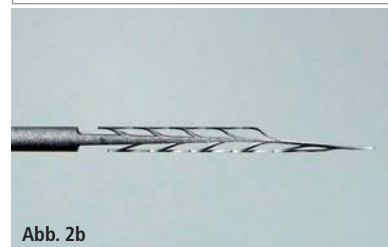


Abb. 2b



Abb. 2c

Abb. 1 und 2: Das Self-Adjusting-File (SAF) System.

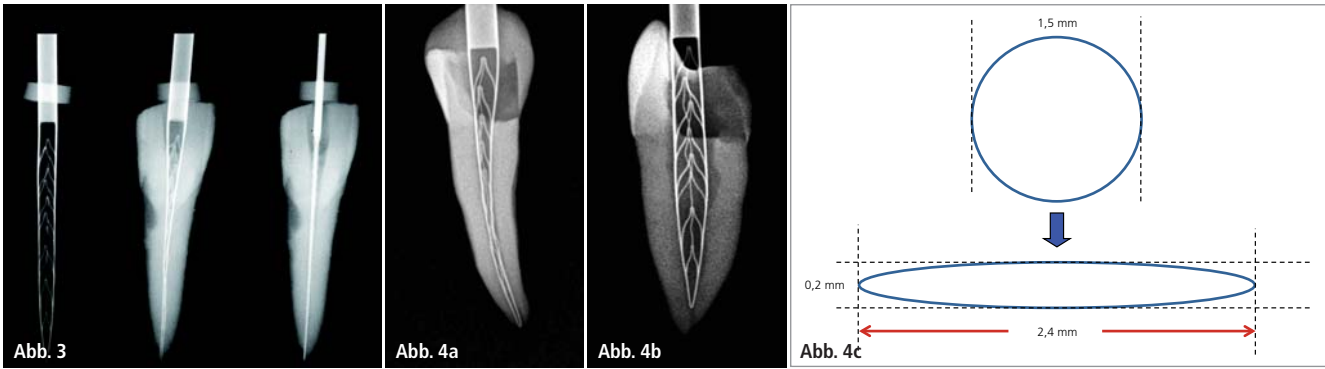


Abb. 3: Komprimierbarkeit der SAF. – Abb. 4a–c: Anpassung der SAF an einen ovalen Wurzelkanalquerschnitt.

der Zylinderwand befindet. Die SAF ist äußerst flexibel (Abb. 2c) und in hohem Maße komprimierbar, sodass sich eine SAF mit 1,5 mm Durchmesser in Kanäle mit einer initialen Größe von ISO 20 einbringen lässt (Abb. 3).²⁸ Aufgrund der Komprimierbarkeit kann sich die Feile dem jeweiligen Wurzelkanalquerschnitt anpassen. Wird eine 1,5 mm-SAF in einen ovalen Wurzelkanal mit einem mesiodistalen Durchmesser von 0,2 mm eingeführt, wird diese mesiodistal komprimiert und lässt sich somit buccolingual auf bis zu 2,4 mm (Abb. 4) expandieren. Bei klassischen rotierenden Instrumenten ist ein hohes anatomisches Verständnis des Behandlers nötig, um ovale Kanäle durch büstende Bewegung auszuformen. Und selbst dann gelingt dies nur in koronalen Kanalabschnitten. Bei der „Self-

Adjusting-File“ geschieht dies, wie der Name schon sagt, selbstständig.²⁰ Wird die SAF in ovale Kanäle komprimiert, kann sie nicht im Wurzelkanal rotieren. Daher wird mit oszillierenden Hubbewegungen gearbeitet, die durch den RDT3-Instrumentenkopf erzeugt werden.

Der RDT3-Instrumentenkopf

Der RDT3-Instrumentenkopf (Abb. 5) verfügt über eine mechanische Doppelfunktion. Er wandelt die rotierende Bewegung des Mikromotors in eine oszillierende Schwingung mit einem Hub von 0,4 mm um. Darüber hinaus verfügt er über einen Schaltmechanismus, der es ermöglicht, dass die SAF solange langsam rotiert, wie sie nicht in innigen Kontakt mit der Wurzelkanalwand kommt, die Rotation stoppt jedoch voll-

lig, sobald die Feile ihre Federspannung gegen die Kanalwände anwendet. Der Mikromotor wird mit 5.000/min betrieben, woraus sich 5.000 Schwingungen/min ergeben. Der Anwender seinerseits führt mit der SAF pickende Bewegungen (kontinuierliche Auf- und Abbewegungen) aus.

Die SAF sollte bei jeder Herausbewegung frei rotieren können, sobald sie sich im Wurzelkanal entspannt. Dies stellt sicher, dass die SAF in jeder zirkulären Position in den Kanal eingebracht wird und sorgt für eine gleichmäßige Aufbereitung der Kanalwände.^{20,22,24} Weiterhin wird dadurch der asymmetrischen Feilenspitze auch ermöglicht, im Wurzelkanal vorhandene Krümmungen zu passieren. Die RDT3-Instrumentenköpfe gibt es in verschiedenen Ausführungen, die zu einer großen Auswahl



Abb. 5a



Abb. 5b



Abb. 6

Abb. 5a und b: RDT-Handstück-Instrumentenköpfe. – Abb. 6: Das All-in-One-Gerät ENDOSTATION.



Abb. 7: Anschluss des Spülschlauchs an die SAF.

endodontischer Motoren/Handstücke passen (Abb. 5).

Die EndoStation: Eine All-in-One-Endodontie-Einheit

Die EndoStation (ReDent Nova; Abb. 6) ist ein kompaktes Gerät, das speziell für den Einsatz der SAF entwickelt wurde. Zusätzlich kann das Gerät aber auch mit einem gängigen Handstück für alle anderen rotierende und reziprok arbeitende NiTi-Feilsysteme genutzt werden. Die EndoStation ist mit einer Peristaltikpumpe ausgestattet, die die Feile im „SAF-Modus“ kontinuierlich mit Spülflüssigkeit versorgt. Eine externe Flasche dient als Spüllösungsbehälter der EndoStation, von dem aus die Spüllösung mittels der Peristaltikpumpe in den Schlauch und durch diesen hindurch zur jeweilig eingesetzten Feile bewegt wird. Im „SAF-Modus“ werden sowohl Mikromotor als auch Spülpumpe gleichzeitig über ein einzelnes Fußpedal bedient.

Druckfreies Spülen bei gleichzeitiger Reinigung

Der Einsatz von Spritze und Nadel ist die am häufigsten eingesetzte Spülmethode. Dieses Verfahren verwendet positiven Druck, um die Spülflüssigkeit auf die Arbeitslänge zu verteilen. Damit einher geht jedoch das Risiko eines „Spül-Unfalls“, bei dem die Spülflüssigkeit über den Apex hinaus gepresst wird. Unterdrucksysteme wie das EndoVac-System (SybronEndo) wurden entwickelt, um genau dieses Problem durch die Verwendung eines negativen Drucks, der die Spülflüssigkeit zum apikalen Teil des Wurzelkanals leitet, auszuräumen.^{29–32} Bei beiden oben beschriebenen Konzepten erfolgt das Spülen nur zeitweise und auch nur dann, wenn die Feile nicht in den Wurzelkanal eingebracht ist. Dies ist ein entscheidender Nachteil, da das Natriumhypochlorit vor allem seine Wirkung durch Zeit, Agitation und Erneuerung verbrauchter Spülflüssigkeit erfährt.

Vor Augen halten sollte man sich hierbei, dass Natriumhypochlorit im Rahmen der Auflösung des Pulpagewebes bzw. des bakteriellen Biofilms allmählich inaktiv wird und dass bei mangelnder Agitation frische Spüllösung durch entstandene Gasbläschen vom Wirkort verdrängt wird (Vapour Lock).^{33–35}

Gibt man Pulpagewebe in ein Teströhrchen mit Natriumhypochlorit, löst sich das Gewebe in kürzester Zeit auf.^{36,37} Unter diesen Bedingungen ist die Menge von Natriumhypochlorit erheblich größer als die des Pulpagewebes, sodass die Inaktivierung der Lösung nicht erkennbar ist. Aber auch unter

diesen Testbedingungen kommt es durch Gasbläschen um das Gewebe herum zu einer Abschwächung der Wirkung. Wird das Teströhrchen geschüttelt (Agitation), dann werden die Gasbläschen vom Gewebe getrennt und frisches Natriumhypochlorit kann wieder in direkten Kontakt zum Gewebe kommen. In vivo, bei Vorhandensein von Pulpagewebe und/oder eines bakteriellen Biofilms, wird durch die Wirkung des Natriumhypochlorits auf Pulpagewebe und Biofilm das Natriumhypochlorit selbst jedoch sehr schnell verbraucht, da in einem Wurzelkanal nur wenige Mikroliter Spüllösung vorhanden sein können. Dadurch wird das ansonsten sehr wirksame Natriumhypochlorit in seiner Wirkung abgeschwächt und inaktiviert.³⁸

Durch diese sehr begrenzte Menge im Wurzelkanal (ca. 10 µl bei oberen mittleren Schneidezähnen) ist ein einfaches Fluten des Wurzelkanals mit Natriumhypochlorit während des Verfahrens weniger wirksam. Allgemein wird ein häufiger Austausch der Spülflüssigkeit empfohlen, um die gewünschte Wirkung aufrechtzuerhalten.^{38,39} Beim Spülen mittels Spritze und Nadel kann frisches und voll aktives Natriumhypochlorit im Kanal eingebracht werden, jedoch nur in einem Abstand von bis zu 2 mm zur Stelle, an der die Nadel zu diesem Zeitpunkt der instrumentellen Aufbereitung eingeführt wurde. Das bedeutet, dass, solange die Nadel nicht sicher in die Arbeitslänge (AL) eingeführt werden kann, kein voll aktives Natriumhypochlorit den apikalen Teil des Wurzelkanals erreicht. Jegliches Natriumhypochlorit, das in diesen Bereich eindringt, wird schnell inak-

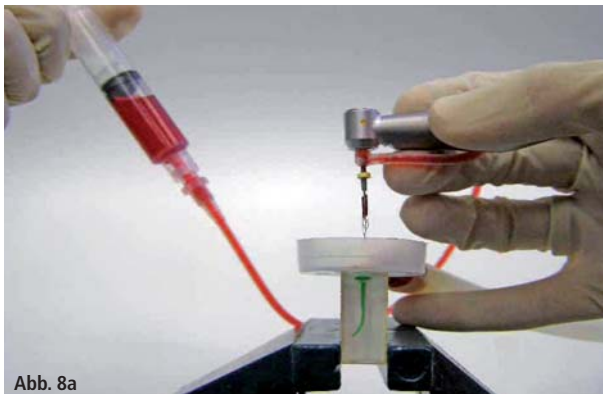


Abb. 8a

Abb. 8: Austauschrate der Spülflüssigkeit.

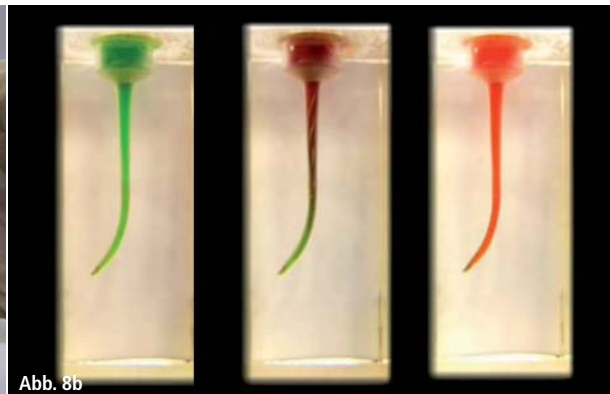


Abb. 8b

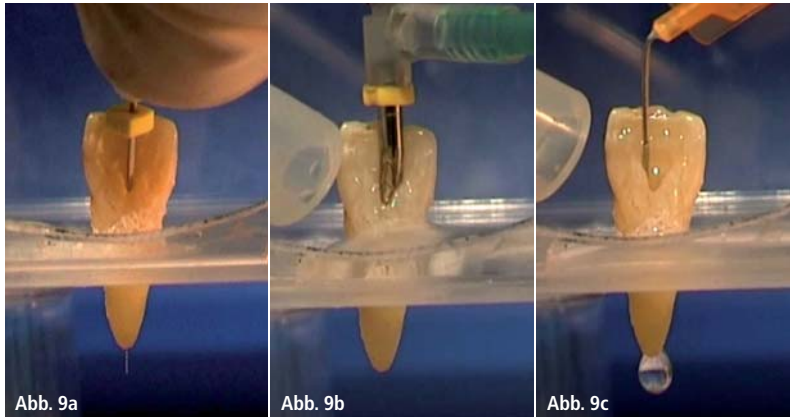


Abb. 9: Spülen der Arbeitslänge ohne Extrusion.

tiviert sein. Daher ist bei herkömmlichen endodontischen Verfahren mit intermittierender Spülung die Gesamtzeit, in der voll aktives Natriumhypochlorit am apikalen Teil des Wurzelkanals vorhanden ist, begrenzt.

Darüber hinaus ist ebenfalls die Größe des Wurzelkanals ein limitierender Faktor für den Einsatz von Unterdruckspülungen (EndoVac) während der instrumentellen Aufbereitung. Voll aktives Natriumhypochlorit kann nur zum apikalen Teil des Wurzelkanals gelangen, wenn dieser Bereich ausreichend erweitert wurde und somit groß genug ist, um die Mikrokanüle auf Arbeitslänge einzuführen. Da die Mikrokanüle des EndoVac-Systems einen Durchmesser von ISO 32 hat ist eine Ausformung von mindestens ISO 35 nötig, um effektiv auf voller Arbeitslänge spülen zu können.

Das SAF-System hingegen kann als ein druckfrei arbeitendes Spülsystem bezeichnet werden, das während der gesamten instrumentellen Aufbereitung eingesetzt wird.^{20,22,41} Sobald die Spülflüssigkeit in die SAF-Feile hineinfließt, verschwindet aufgrund der Gitterstruktur der Feile jeglicher zuvor im Zufuhrschlauch vorhandener Druck. Die Spülflüssigkeit wird kontinuierlich in den Wurzelkanal geleitet, und die Schwingungen der Feile zusammen mit der pickenden Bewegung durch den Behandler bewirken ein kontinuierliches Vermischen der Spülflüssigkeit, die im Wurzelkanal vorhanden ist, mit frischer, voll aktiver Spülflüssigkeit. Weiter wird durch die Agitation, die durch die pickende Bewegung des Behandlers und die Vibration des RDT3-Kopfes entsteht,

die Formation von Gasbläschen an Gewebe- und Biofilmresten unterbunden. Diese Wirkungsweise wirft zwei Fragen auf:

1. Wird es die frisch eingeleitete Spülflüssigkeit schaffen, den apikalen Teil des Wurzelkanals zu erreichen?
2. Welchen Einfluss haben die pickenden Bewegungen, die auf der gesamten Arbeitslänge wirken, in Hinblick auf die Gefahr, die Spülflüssigkeit über den Apex hinaus zu befördern?

Die Anordnung in Abbildung 8 wurde zur Beantwortung der ersten Frage verwendet. Der simulierte Wurzelkanal im transparenten Block wurde mit grüner Flüssigkeit gefüllt, die die im Kanal vorhandene Spülflüssigkeit darstellt. Die SAF wurde im simulierten Wurzelkanal mit Schwingungen und pickenden Bewegungen eingesetzt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wurde eine rote Flüssigkeit, die das frische, voll aktive Natriumhypochlorit darstellt, in den Schlauch eingeführt. Anschließend wurde die Zeit gemessen, die es brauchte, den apikalen Teil des Kanals komplett rot einzufärben. Der vollständige Austausch der Spülflüssigkeit im apikalen Bereich erfolgte innerhalb von 30 Sekunden. Beim Einsatz der SAF für die Dauer von vier Minuten, wie seitens des Herstellers vorgesehen, wird das Natriumhypochlorit im apikalen Teil des Kanals mindestens acht Mal gegen frische, voll aktive Lösung ausgetauscht. Dieser Austausch findet kontinuierlich während des gesamten Aufbereitungsvorgangs statt.

Die Anordnung in Abbildung 9 wurde zur Beantwortung der zweiten Frage

verwendet. Der Zahn wurde so auf dem Boden eines Kunststoffbehälters montiert, dass seine Spitze unterhalb des Behälters herausragt. Der Wurzelkanal wurde mit einer K-Feile Größe 20 auf die Arbeitslänge vorbereitet und die Durchgängigkeit des Foramen apicale durch vollständiges Einführen einer K-Feile Größe 15 (Abb. 9a) überprüft. Die SAF wurde im Wurzelkanal über vier Minuten unter kontinuierlicher Spülung, Schwingungen und pickenden Bewegungen eingesetzt. Das Foramen apicale wurde visuell hinsichtlich jeglichen Flüssigkeitsdurchflusses überprüft. Während des gesamten Verfahrens erfolgte keinerlei Flüssigkeitsdurchfluss durch das Foramen apicale (Abb. 9b). Bei Spülung mittels Spritze und Nadel unmittelbar nach Einsatz der SAF, wurde die Nadel 5 mm von der Arbeitslänge entfernt gehalten, sodass die Flüssigkeit frei über den Apex hinaus floss (Abb. 9c).

Nun stellt sich die Frage, warum die pickende Bewegung keine Flüssigkeitsextrusion verursacht, während Spritze und Nadel, in einem gewissen Abstand vom Foramen apicale gehalten, einen freien Fluss bewirken? Die Analyse mittels Strömungsmechanik liefert die Antwort.²⁸ Selbst bei einem sehr viel größeren Foramen apicale mit einem Durchmesser von 0,35 mm wird die Flüssigkeit durch die Oberflächenspannung im Wurzelkanal gehalten. Der zum Brechen dieser Oberflächenspannung erforderliche Berstdruck beträgt 832 Pa. Der hydrostatische Druck einer 20-mm-Wassersäule beträgt 195 Pa, der bei 5.000 Schwingungen/min verursachte Ruhedruck in der Flüssigkeit 196 Pa und der durch die pickende Bewegung der SAF verursachte Kolbendruck nur 3 Pa. Somit ist der Gesamtdruck im Wurzelkanal (394 Pa) nicht hoch genug, um den Berstdruck zu erreichen, und die Flüssigkeit wird daher im Wurzelkanal gehalten.²⁸

Der Grund, warum die apikale Bewegung der SAF derartig niedrige Kolbendruckwerte verursacht, wird in Abbildung 10 dargestellt. Selbst im extremen Fall, wenn der Durchmesser des apikalen Teils des Wurzelkanals bei 0,2 mm (im Ergebnis einer K-Feile

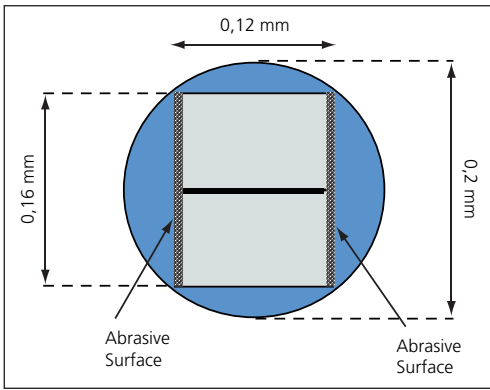


Abb. 10: Apikaler Wurzelteil mit SAF.

Größe 20) liegt, beträgt der rechteckige Querschnitt der vollständig komprimierten SAF-Spitze 0,16 bis 0,12 mm (Abb. 10). Damit verbleiben 38 Prozent des Kanalquerschnitts frei für den Rückfluss der Spülflüssigkeit, woraus sich ein sehr niedriger Kolbendruck ergibt.²⁸

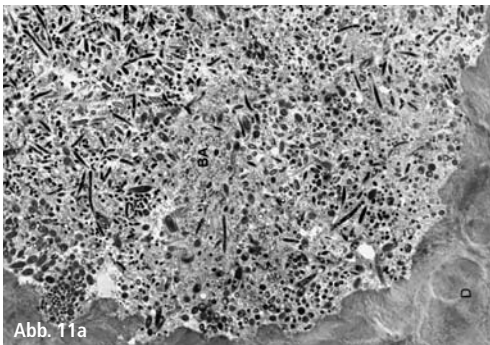


Abb. 11a



Abb. 11b



Abb. 11c



Abb. 11d



Abb. 11e

Abb. 11: Mechanische Reinigung – Die SAF reinigt die Kanalwände mit einer Reinigungsbewegung, vergleichbar mit der Wirkung des Metallscheuerschwamms (a ist adaptiert nach Nair et al. 2005²⁸).

In einem Kanal ähnlich dem oben beschriebenen, verursachen Spritze und Nadel gehalten in eine Position, die ebenfalls 38 Prozent des Kanalquerschnitts für den Rückfluss freilässt, einen Druck von über 1.270 Pa. Dieser Druck wird durch die Flüssigkeitsströmung erzeugt, selbst wenn die Nadel nicht fest an den Kanalwänden angebracht ist. Dadurch erhöht sich der Gesamtdruck im Kanal auf einen Wert oberhalb des Eruptionsdrucks, was dafür sorgt, dass die Flüssigkeit das Foramen apicale passieren kann.²⁸

Das oben beschriebene Experiment wurde in einem Kanal mit einem offenen Foramen apicale und mit einem ausschließlich von Luft umgebenen Apex durchgeführt. Da unter klinischen Bedingungen der Apex zusätzlich von Gewebe umgeben ist, ist das Risiko des Überpressens nicht gegeben.⁴²

In diesem Zusammenhang interessant ist der Kolbendruck, den eine Handfeile Größe 20 in Richtung Apex in einem engen Wurzelkanal bewegt, erzeugt. Mit 199.700 Pa kann der berechnete Kolbendruck den Bereich des hydraulischen Drucks erreichen. Dies wiederum kann einen Teil der postoperativen Schmerzen erklären, die Patienten oft nach Einsatz einer Handfeile erleben. Ein derart hoher

Druck drückt vermutlich eine kleine Menge an Spülflüssigkeit über das Foramen apicale hinaus.²⁸

Der Reinigungseffekt

Alle herkömmlichen Spülssysteme beruhen entweder auf der chemischen Wirkung von Natriumhypochlorit, auf deren Strömungsbewegung oder auf beidem.^{29,30,32,43–47} Mittels einer verbesserten Bewegung der Spülflüssigkeit im Kanal, entweder durch Verstärkung der Strömung oder durch eine akustisch induzierte Strömung in selbiger, wurde versucht, die Reinigungswirkung von Spülflüssigkeiten zu verbessern.^{30,32,43–47} Allerdings gibt es einen effektiveren Weg, Oberflächen von anhaftenden Materialien zu säubern: die mechanische Reinigung.⁴¹

Das Modell in Abbildung 11 zeigt diesen Sachverhalt sehr deutlich. Der verbrannte Brei auf dem Boden des Behälters steht stellvertretend für Pulpagewebereste oder einen bestehenden bakteriellen Biofilm, der fest an den Wänden des Wurzelkanals haftet. In Kanälen, die einer Revisionsbehandlung unterzogen werden, können sich Überreste alter Wurzelfüllungen befinden, die erhöhte Ansprüche an die Reinigung stellen.^{48–54} Mit einem einfachen Flüssigkeitsstrahl ist es kaum möglich, den verbrannten Brei effektiv zu entfernen. Die Zugabe chemischer Wirkstoffe könnte helfen, die Brandschicht anzugreifen. Es würde jedoch sehr lange dauern, bis diese wirken. Ein mechanisches Reinigen der Oberfläche (Abb. 11c und d) ist der effektivste Weg, eine solche Oberfläche innerhalb nur weniger Minuten zu reinigen.

Die SAF weist eine Reinigungswirkung auf, die vergleichbar ist mit der des Metallscheuerschwamms, der beim obigen Modell verwendet wurde. Das Metallgitter der SAF ist durch die Federspannung optimal an die Wurzelkanalwände angepasst und in ständiger Bewegung, was gleichzeitig eine Reinigungswirkung erzeugt. Die Kombination aus Reinigung und kontinuierlicher Zufuhr von frischem, chemisch voll aktivem Natriumhypochlorit bewirkt eine hochwirksame Reinigung der Kanalwände von jeglichen anhaftenden Materialien.^{23,41,55–57}

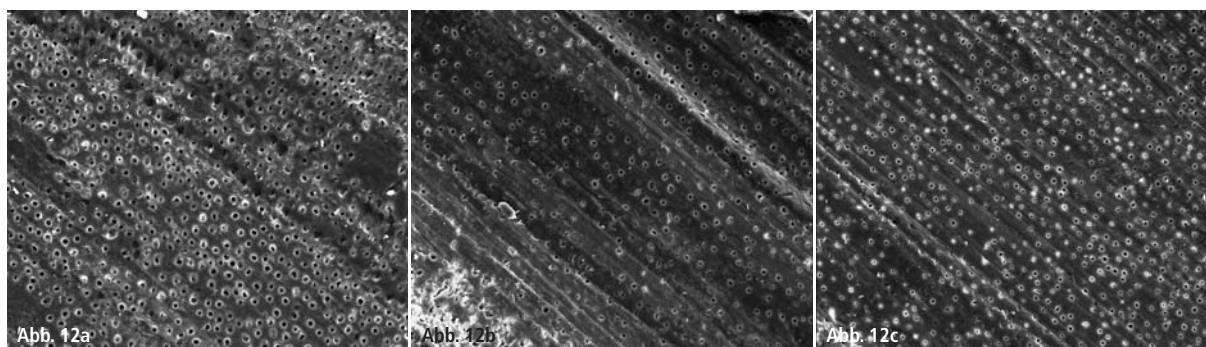


Abb. 12a-c: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines mit dem SAF-System aufbereiteten Wurzelkanals.

Darüber hinaus kann eine derartige Reinigungsmethode auch effektiv in Bereichen eingesetzt werden, die über die Wurzelkanalkrümmungen hinausgehen. Dies ist der entscheidende Nachteil der passiven Ultraschallspülung (PUI). Die PUI ist nur noch wenig wirksam in Bereichen, die hinter der Kanalkrümmung liegen. Wenn das Ultraschallinstrument die Wand des Kanals in einer Krümmung berührt, tritt eine starke Dämpfung der Schwingung ein. Auch Unterdruckspül-systeme (EndoVac) stoßen in gekrümmten Kanälen an ihre Grenzen, denn sie erfordern eine apikale Aufbereitung von mindestens 40/04 oder 40/06, um wirksam zu sein.⁵⁸ Derartige apikale Aufbereitungen können jedoch die Integrität der Wurzel in gekrümmten Kanälen gefährden.^{15,59,60} Die Effektivität der Reinigung des Wurzelkanals wurde rasterelektronenmikroskopisch untersucht.⁶¹⁻⁶⁶ Alle der-

artigen Untersuchungen zeigen, dass das koronale und mittlere Wurzelkanaldrittel reproduzierbar auch mit konventionellen rotierenden Aufbereitungssystemen gereinigt werden kann. Für das apikale Wurzelkanaldrittel stellt sich jedoch die Situation völlig anders dar. Fast alle SEM-basierten Untersuchungen zeigen, dass das apikale Drittel des Wurzelkanalteils bei konventioneller Aufbereitung nicht vollständig gereinigt wird.⁶¹⁻⁶⁶ Debris befindet sich in der Regel im apikalen Wurzelkanalteil, und selbst, wenn EDTA für das abschließende Spülen eingesetzt wurde, blieb der größte Teil des apikalen Bereiches mit einer Schmierschicht bedeckt. Beim Einsatz von Natriumhypochlorit und EDTA zeigte sich die einzigartige Wirkungsweise der SAF speziell in den apikalen Kanalteilen, die in allen Fällen frei von Debris und in 65 Prozent der Fälle ebenfalls frei von der Schmierschicht waren (Abb. 12).^{23,41,55}

Den dritten Teil der Artikelreihe lesen Sie in der nächsten Ausgabe des Endodontie Journals.

Kontakt

Dr. Tomas Lang
ORMED – Institut für Orale Medizin
an der Universität Witten/Herdecke
Alfred-Herrhausen-Str. 45
58455 Witten
www.ormed.net

www.dr-lang.org

Prof. Zvi Metzger
Fachbereich Endodontie
Goldschleger School of Dental Medicine
Tel Aviv, Israel
metzger@post.tau.ac.il
www.dental.tau.ac.il

ANZEIGE

IDS Köln
Halle 11.2 | Stand Q 011

Spülen mit System



Mehr drin als man sieht:
Bei unseren Endo-Lösungen ist das ESD-Entnahmesystem bereits fest eingebaut.

Einfach - Sicher - Direkt

lege artis Pharma GmbH + Co. KG
D-72132 Dettenhausen, Tel.: +49 (0) 71 57 / 56 45 - 0
Fax: +49 (0) 71 57 / 56 45 50, E-Mail: info@legeartis.de
www.legeartis.de