

Die Maschinelle Wurzelkanalaufbereitung

Ziele der Wurzelkanalaufbereitung

Für die Wurzelkanalaufbereitung (WK) mit Hilfe maschineller Systeme gelten die selben Ziele und Anforderungen wie für die manuelle Instrumentation [1]:

- Entfernung des vitalen oder nekrotischen Pulpagewebes;
- weitestgehende Eliminierung der Mikroorganismen, wobei bei Zähnen mit einer infizierten Pulpanekrose das Wurzelkanalwanddentin als infiziert angesehen werden muss;
- Beibehaltung des originären Wurzelkanalverlaufs, d. h. der aufbereitete Wurzelkanal sollte den ursprünglichen Kanal umschließen;
- der aufbereitete Wurzelkanal soll von apikal nach koronal konisch gestaltet sein, wobei die engste Stelle am apikalen Endpunkt des Wurzelkanals liegen sollte, ohne dabei durch einen übermäßigen Materialabtrag die Wurzel unnötig zu schwächen;
- die apikale Konstriktion des Wurzelkanals soll erhalten bleiben;
- die endgültige Aufbereitungslänge soll mit der vorher festgelegten Arbeitslänge (vgl. Stellungnahme der DGZMK 7/93 [5] und Qualitätsrichtlinien der ESE [1]) übereinstimmen. Eine Überinstrumentierung, also ein Durchstoßen und Erweitern der apikalen Konstriktion, sollte ebenso wie eine Unterinstrumentierung bei der WK in der Regel vermieden werden.
- Ausreichende Arbeitssicherheit: Vermeidung von Instrumentenfrakturen, apikalen Blockaden, Perforationen, Veränderungen der endodontischen Arbeitslänge (Über- und Unterinstrumentierung), apikales Überpressen von infiziertem Material oder Spülflüssigkeit.

Zusammenfassend stellt die Elimination von pulpalen Gewebsresten und Mikroorganismen das vordringliche Ziel der WK dar. Dieses wird durch die chemo-mechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems unter Einsatz geeigneter Spüllösungen verfolgt und kann ggf. durch die gezielte intrakanaläre Anwendung antimikrobiell wirkender Medikamente unterstützt werden.

Maschinelle Wurzelkanalaufbereitung

Die Systeme zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung lassen sich wie folgt unterteilen:

- Maschinelle Systeme mit starrem Bewegungsablauf (Hub- und/oder Rotationsbewegung)
- Maschinelle Systeme mit modifiziertem Bewegungsablauf (flexibler Bewegungsablauf, schwingende Systeme)
- Schallvibrations- und Ultraschallsysteme
- Vollrotierende Systeme mit NiTi-Instrumenten
- Neuere nicht-instrumentelle Techniken (Laser, Endox, Vakuum-Pumpe).

Maschinelle Systeme mit starrem Bewegungsablauf

In die Gruppe der Aufbereitungssysteme mit starrem Bewegungsablauf fallen Systeme, die über einen starren, vom Winkelstück vorgegebenen Bewegungsablauf verfügen. Durch die vom Zahnarzt hervorgerufene Auf- und Abbewegung von Winkelstück und Instrument kommt bei allen maschinellen Systemen eine Hubkomponente hinzu. Die bekanntesten Vertreter dieser Gruppe sind die Giromatic (Micro-Méga, Bisancon, Frankreich), der Endolift (Kerr Karlsruhe), der Endocursor (W&H, Bürmoos, Österreich), das Racer-Winkelstück (W&H, Bürmoos, Österreich). Auch die meisten der separat diskutierten Nickel-Titan-Systeme fallen prinzipiell in diese Gruppe (Tab. 1).

Winkelstück	Hersteller	Funktionsweise
Konventionelle Systeme		
Racer	Cardex	Hubbewegung
Giromatic	Micro-Méga	reziproke Rotation (90°)

Endo-Gripper	Moyco	reziproke Rotation (90°)
Endolift	Kerr	Hubbewegung + reziproke Rotation (90°)
Endolift M 4	Kerr	reziproke Rotation (30°)
Endocursor	W & H	Rotation (360°)
Intra-Endo 3 LD	KaVo	reziproke Rotation (90°)
Dynatrak	Dentsply	reziproke Rotation (90°)

Tabelle 1: Maschinelle Aufbereitungssysteme mit starrem Bewegungsablauf

Der wissenschaftlichen Literatur zufolge werden diese Systeme überwiegend skeptisch bis ablehnend bewertet, da sie insbesondere die Anforderungen hinsichtlich des Erhaltes des originären Kanalverlaufes nicht ausreichend erfüllen. Vielfach werden auch Defizite in der Reinigungswirkung und der Arbeitssicherheit beschrieben (4,6).

Angesichts neuerer Erkenntnisse und Entwicklungen entsprechen diese Systeme nicht in vollem Umfang den aktuellen Anforderungen an eine Wurzelkanalaufbereitungstechnik.

Maschinelle Systeme mit nicht starrem Bewegungsablauf

In dieser Gruppe finden sich Systeme wie der Canal-Finder (SET, Marseille, Frankreich), Canal-Leader 2000 (S.E.T., Olching), Excalibur (W&H, Bürmoos, Österreich), der Endoplaner (Microna, Spreitenbach, Schweiz) und das EndoFlash-Winkelstück (KaVO, Leutkirch) (Tab. 2).

Flexible Systeme		
Excalibur	W & H	aleatorische (seitliche) Schwingungen (ca. 2.000 Hertz, 1,4 - 2 mm Amplitude)
Endoplaner	Microna	Schabbewegung auf Zug + freie Rotation
Canal-Finder-System	SET	Hubbewegung (0,3 - 1 mm) + freie Rotation bei Friktion
Canal-Leader 2000	S.E.T.	Hubbewegung (0,4 - 0,8 mm) + Rotation (20 - 30°)
Intra-Endo 3-LDSY	KaVo	Hubbewegung + freie Rotation bei axialer Belastung
IMD 9GX	HiTech	360° - Rotation mit variabler, torque-abhängiger Umdrehungszahl
EndoFlash	KaVo	drehmomentbegrenzte Rotation

Tabelle 2: Maschinelle Aufbereitungssysteme mit flexiblem Bewegungsablauf.

Diese Winkelstücke arbeiten mit begrenzt variablen Kombinationen aus Hub- und/oder Rotationsbewegungen (Canal-Finder, Canal-Leader, Endoplaner) oder niedrigfrequenten lateralen Schwingungen (Excalibur). Da diese neueren Systeme mehrheitlich mit einem integrierten Spülsystem ausgestattet sind, erreichten sie in In-vitro-Studien teilweise deutlich bessere Resultate hinsichtlich der Reinigung der Wurzelkanalwände von Debris und Smear Layer als Systeme mit starrem Bewegungsablauf oder sogar als die Handaufbereitung. Bezüglich der Formgebung des Wurzelkanals erzielten sie hingegen keine optimalen Ergebnisse, häufig traten Längenverluste und unerwünschte Begradigungen des Kanalverlaufes auf. In einzelnen Studien und Falldarstellungen wird aber über den erfolgreichen Einsatz einiger dieser Endodontie-Winkelstücke, insbesondere Canal Finder und Canal Leader 2000, zur initialen Erschliessung enger und stark gekrümmter Wurzelkanäle, Entfernung metallischer Fremdkörper aus dem Wurzelkanal sowie der Entfernung von Guttapercha im Rahmen endodontischer Revisionen berichtet. Insgesamt lassen die vorliegenden klinischen und experimentellen Studien keine oder nur geringe Vorteile gegenüber den „starren“ Systemen erkennen (4,6).

Schall- und Ultraschallsysteme

Schall- und Ultraschallsysteme (Tab. 3) arbeiten auf der Basis von Vibrationen unterschiedlicher Frequenzen und erzeugen longitudinale Wellen.

Schallvibrationssysteme		
Sonic Air 3000	Micro-Méga	Schallvibration
Endostar 5	Medidenta	Schallvibration (6.000 Hertz)
Mecasonic	Micro-Méga	Schallvibration
MM 1400 Sonic Air	Micro-Méga	Schallvibration
Yoshida Rooty	Hager & Werken	Schallvibration (6.000 Hertz)
MM 1500 Sonic Air	Micro-Méga	Schallvibration (1.500-3.000 Hertz)
Ultraschallsysteme		
Cavi-Endo	De – Trey	Ultraschall Lamellen-System 25.000 Hertz
Piezon Master	EMS	Ultraschall Piezokeramik 25.-32.000 Hertz
ENAC OE 3 JD	Osada	Ultraschall Piezokeramik 30.000 Hertz

Piezotec PU 2000	Satelec	Ultraschall Piezokeramik	27.500 Hertz
Odontoson	Goof	Ultraschall Ferritstab	42.000 Hertz
Spacesonic 2000	Morita	keine Angaben	

Tabelle 3: Schall- und Ultraschallsysteme

Während die Resultate bezüglich der Formgebung des Wurzelkanals bei Anwendung von Schallsystemen sehr uneinheitlich ausfallen, überwiegen für die Ultraschallsysteme Berichte über ein hohes Risiko von Begradigungen gekrümmter Kanäle. Auch Feilenfrakturen werden beschrieben. Die Vorteile bei Anwendung von Ultraschallsystemen scheinen in der durch das schwingungsinduzierte „acoustic streaming“ verbesserten Reinigungs- und Desinfektionswirkung zu liegen. Der ultraschallgestützten Wurzelkanalspülung wird u.a. die Fähigkeit verbesserter Entfernung von Debris und Smear Layer sowie einer Steigerung der direkten antibakteriellen Wirkung der Spüllösung zugeschrieben (2).

Abschließend sind Ultraschallsysteme somit als hervorragende Hilfsmittel in der zusätzlichen Reinigung des Kanalsystems nach Aufbereitung zu bewerten, von einer Aufbereitung des Wurzelkanals mittels Ultraschall ist aufgrund starker Begradigung und der Gefahr der Stufenbildung abzuraten.

Vollrotierende Nickel-Titan-Systeme

Neuere maschinelle Aufbereitungssysteme arbeiten mit Wurzelkanalinstrumenten aus Nickel-Titan-Legierungen und einer 360°-Vollrotation. Sie bestehen zu etwa 55 m% aus Nickel und 45 m% aus Titan (sog. 55-Nitinol) bzw. zu 60 m% aus Nickel und 40 m% aus Titan (60-Nitinol). Der Elastizitätsmodul dieser Legierungen beträgt lediglich ein Fünftel des entsprechenden Wertes für Chrom-Nickel-Stahl. Darüber hinaus besitzen Nickel-Titan-Legierungen ein pseudoelastisches Verhalten, d. h. sie zeigen nach Belastung, die bei Edelstählen bereits zur plastischen Deformation führt, eine rückstellbare Verformung von mehreren %in durch Kristallgitterumwandlung (8). Aufgrund dieser Eigenschaft können WK-Instrumente aus Nickel-Titan im Gegensatz zu solchen aus Edelstahl oder Titan-Aluminium zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung mit vollrotierend angetriebenen Aufbereitungshilfen

eingesetzt werden. Design und Funktionsweise dieser neuartigen Wurzelkanalinstrumente unterscheiden sich deutlich von denen konventioneller Handinstrumente (Tab. 4).

Nickel-Titan-Systeme		
LightSpeed	Max-Dental	Rotation (360°)
ProFile .04/.06	Maillefer	Rotation (360°)
Mity-Roto-Files	Loser	Rotation (360°)
FlexMaster	VDW	Rotation (360°)
RaCe	FKG	Rotation (360°)
ProTaper	Maillefer	Rotation (360°)
System GT	Maillefer	Rotation (360°)
K3	Kerr	Rotation (360°)
Quantec	Tycom	Rotation (360°)
NiTee	Loser	Rotation (360°)
HERO 642	Micro-Méga	Rotation (360°)
EndoFlash	KaVo	drehmomentbegrenzte Rotation

Tab. 4: Vollrotierende Nickel-Titan-Aufbereitungssysteme.

Zu den neuen Designmerkmalen dieser Instrumente gehören nicht-schneidende Instrumentenspitzen, seitliche Führungsflächen, variierende Konizitäten, verkürzte Arbeitsspitzen u.a.m. Der Einsatz dieser Instrumente unter maschinell generierter Vollrotation bedingt eine weitestgehend passive Arbeitsweise, überwiegend die Anwendung der Crown-down-Technik sowie eine exakte Drehzahlkontrolle und Drehmomentbegrenzung. In zahlreichen In-vitro-Studien wurde übereinstimmend die gute Erhaltung der Kanalkrümmung auch in gekrümmten Wurzelkanälen beschrieben, widersprüchliche Studien liegen jedoch zum Grad der erzielten Kanalsauberkeit vor (9). Da die Antriebssysteme für die vollrotierende Arbeitsweise nicht mit permanenter Spülung ausgestattet sind, wird zu intensiver Spülung und zur Anwendung einer Chelatorpaste bei der Aufbereitung geraten. Klinische Untersuchungen zur Erfolgsquote von Wurzelkanalbehandlungen mit NiTi-Aufbereitung liegen bislang noch nicht vor. Aus der Literatur ergeben sich zahlreiche Hinweise auf ein erhöhtes Frakturrisiko der Instrumente, insbesondere bei nicht konstanter oder zu hoher Drehzahl und unzureichender Drehmomentkontrolle.

Bei Verwendung vollrotierender Systeme ist daher generell auf eine exakte Einhaltung der vorgegebenen Drehzahlen, Kontrolle der Anwendungshäufigkeit des einzelnen Instrumentes, sowie eine passive Arbeitsweise (drucklos) zu achten. Es sollte ein Antriebssystem mit Drehmomentbegrenzung verwendet werden.

Neue Antriebssysteme

Seit kurzem stehen verschiedene Antriebssysteme speziell zur Anwendung mit vollrotierend betriebenen NiTi-Instrumenten zur Verfügung. Zumeist handelt es sich um auf bestimmte NiTi-Systeme abgestimmte Spezialmotoren mit vorprogrammierten Drehzahlen und Drehmomenten. Über automatischen Linkslauf, das Einsetzen von Rüttelbewegungen oder Motorstillstand bei Erreichen eines vorprogrammierten Grenzdrehmoments wird die starre Vollrotation partiell aufgehoben. Es deutet sich an, dass mit Hilfe dieser Antriebssysteme das Frakturrisiko bei Anwendung von NiTi-Instrumenten deutlich gesenkt werden kann. Da Ermüdungsfrakturen bei zu häufigem Einsatz weiterhin nicht ausgeschlossen sind, müssen die Anwendungshäufigkeit der NiTi-Instrumente sorgfältig kontrolliert und die Herstellerangaben zur Benutzungshäufigkeit beachtet werden.

Vorteile der NiTi-Systeme liegen in einer besseren Formgebung bei der Präparation gekrümmter Wurzelkanäle und einer möglichen Erhöhung der Aufbereitungsgrösse ohne unerwünschte Abweichungen vom originären Kanalverlauf. Daraus resultieren vermehrter Abtrag infizierten Dentins, Optimierung der Querschnittsform des aufbereiteten Kanals, verkürzte Arbeitszeit und erleichterte Präparation.

Die Anwendung vollrotierender Nickel-Titan-Wurzelkanalinstrumente scheint bei sorgfältiger Einhaltung der systemspezifischen Arbeitsrichtlinien geeignet, die Aufbereitungsqualität, insbesondere bei der Präparation stärker gekrümmter Wurzelkanäle, deutlich zu verbessern. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass viele Aspekte der maschinellen Aufbereitung mit NiTi-Systemen noch nicht ausreichend geklärt sind (Reinigungswirkung, Dichtigkeit der WKF bei veränderter Konizität der Aufbereitung). Den bislang vorliegenden Studien zufolge ist ein Allergisierungsrisiko durch Nickel-Bestandteile der Instrumente nicht gegeben.

Bei allen Systemen muss berücksichtigt werden, dass auch bei nachgewiesener Qualität bezüglich Reinigungs- bzw. Desinfektionswirkung, Formgebung und Arbeitssicherheit ihre Anwendung nur in einem antimikrobiell ausgerichteten Behandlungskonzept die Qualität und damit die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung verbessern kann.

Weitere Wurzelkanalaufbereitungssysteme

Neben den „klassischen“, auf dem Einsatz unterschiedlichster Feilensysteme und Techniken basierenden Wurzelkanalaufbereitungstechniken wird die Anwendung weiterer Technologien und Instrumente diskutiert. Hierzu gehören:

- Lasersysteme Excimer, Nd:Yag, Ho:Yag, Er:Yag
- Hochfrequenzchirurgie-Systeme Endox
- „Nicht-Instrumentelle Technik“ (NIT) Vakuum-Pumpe n. Lussi
- Depotphorese

Eine Wertung dieser Systeme findet sich in der gemeinsamen Stellungnahme von DGZMK und DGZ zur Wurzelkanalaufbereitung [7].

Zusammenfassung

Auf der Basis der gegenwärtig vorliegenden Erkenntnisse und klinischen Erfahrungen lässt sich eine Empfehlung zum generellen Einsatz maschineller Systeme für die Wurzelkanalaufbereitung nicht abgeben. Bislang scheint keines der auf dem Markt erhältlichen Systeme in der Lage zu sein, alle Anforderungen in Bezug auf Reinigungswirkung, Formgebung und Arbeitssicherheit gleichermaßen ausreichend zu erfüllen. Dies gilt allerdings ebenso für die Techniken der manuellen Aufbereitung.

Der indikations- und situationsbezogene Einsatz einzelner maschineller Systeme als Hilfsmittel für bestimmte Schritte der Therapie ist sinnvoll und empfehlenswert (Tab. 5).

Mögliche Anwendungsbereiche maschineller Aufbereitungssysteme	
Entfernung von Kronen	Ultraschall (mit Scaler-Ansatz)
Entfernung von Aufbaustiften	Ultraschall (mit Scaler-Ansatz)
Entfernung von Silberstiften	Ultraschall (Feilen oder Scaler)
Entfernung frakturierter Instrumente	Canal-Finder-System Canal-Leader-2000 Ultraschall (Feilen, Spezialansätze)
Entfernung von (Zement-)Wurzelfüllungen	Ultraschall (Feilen)
Entfernung von Pastenfüllungen	Ultraschall (Feilen)
Entfernung von Guttapercha	Gates-Glidden NiTi-Instrumente
Koronale Erweiterung	Gates-Glidden NiTi-Instrumente stärkerer Konizität
Erschliessen des Wurzelkanals	Canal-Finder-System Canal-Leader 2000 NiTi-Instrumente in Crown-down-Technik
Aufbereitung gekrümmter Kanäle	Nickel-Titan-Instrumente
Flaring (Konizität)	Gates-Glidden Nickel-Titan-Feilen
Reinigung und Desinfektion	Ultraschall (Feilen)
Wurzelkanalspülung	Ultraschall Canal-Finder-System Canal-Leader 2000
Einbringen des Sealers	Ultraschall

Tabelle 5: Mögliche Anwendungsbereiche maschineller Aufbereitungssysteme [5]. Nicht alle der angeführten Einsatzmöglichkeiten sind durch experimentelle und klinische Studien ausreichend abgesichert.

Literatur:

1. European Society of Endodontology (ESE): Consensus report on quality guidelines for endodontic treatment. Int Endod J 27, 115 (1994).
2. Hülsmann, M.: Die maschinelle Aufbereitung des Wurzelkanals. In: APW (Hrsg.) Endodontie. Hanser-Verlag, München 1993.
3. Hülsmann, M.: Die Aufbereitung des Wurzelkanals. In: Heidemann, D. (Hrsg.) Endodontie. Praxis der Zahnheilkunde Band 3, Verlag Urban & Fischer, München 2001.

4. Hülsmann, M.: Entwicklung einer Methodik zur standardisierten Überprüfung verschiedener Aufbereitungsparameter und vergleichende in-vitro-Untersuchung unterschiedlicher Systeme zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung. Quintessenz-Verlag, Berlin 2000.
5. Hülsmann, M., Versümer, J.: Die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung mit Nickel-Titan-Instrumenten - Eine Übersicht der aktuellen Literatur. Dtsch Zahnärztekalendar 1999, Hanser-Verlag, München 1999.
6. Schäfer, E.: Metallurgie und Eigenschaften von Nickel-Titan-Handinstrumenten. Endodontie 8, 213 (1999).
7. Wurzelkanalaufbereitungen. Gemeinsame Stellungnahme der DGZ und der DGZMK. Dtsch Zahnärztl Z 55, 719 (2000).
8. Schäfer, E.: Wurzelkanalinstrumente für den manuellen Einsatz: Schneidleistung und Formgebung gekrümmter Kanalabschnitte. Quintessenz-Verlag, Berlin 1998.
9. Stellungnahme der DGZMK und AfG: Laseranwendung in der Zahnmedizin. Dtsch Zahnärztl Z 49, 431 (1994).
10. Stellungnahme der DGZMK und der DGZ: Revision einer Wurzelkanalbehandlung. Dtsch Zahnärztl Z 49, 192 (1994).
11. Stellungnahme der DGZMK und der DGZ: Wurzelkanalfüllpasten und -füllstifte. Dtsch Zahnärztl Z 55, 9 (2000).
12. Stellungnahme der DGZMK: Die Bestimmung der endodontischen Arbeitslänge. Dtsch Zahnärztl Z 59, 605 (2004)

Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

Die vorliegende Stellungnahme stellt eine Ergänzung der weiterhin aktuellen Stellungnahme der DGZMK „Wurzelkanalaufbereitung“ (11/00) dar.

Autoren: D. Heidemann, M. Hülsmann, A. Petschelt, W.H.M. Raab, E. Schäfer, R. Weiger

Version 1.0

DZZ 60 (8) 2005