

Die mechanische Wurzelkanalaufbereitung mit rotierenden Nickel-Titan-Feilen

Konizität – Feilensequenzen – Kanalmorphologie

Die Wurzelkanalaufbereitung (Cleaning und Shaping) verfolgt das Ziel, das Kanalsystem innerhalb aller Abschnitte von Pulpagewebsresten, Bakterien und nekrotischen Gewebsresten sowie weiteren antigenen und entzündungsauslösenden Substanzen zu säubern und dem Kanal eine Form zu verleihen, die eine Füllung des gesamten Kanals mit einem biologisch inerten Material erlaubt. Erfolg und Misserfolg in der Endodontie hängen auch von einem bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanalsystems ab.

DR. LIVIU STEIER/MAYEN, PROF. DR. RUDOLF BEER/WITTEN

Werden diese Prinzipien der Wurzelkanalbehandlung befolgt, kann eine Wurzelkanalfüllung das Endodont versiegeln und den Zahn über Jahre und Jahrzehnte hinweg als vollständig funktionsfähige Kauereinheit erhalten. Die Wurzelkanalaufbereitung mit Handinstrumenten ist sehr zeitaufwendig. Deshalb wurde immer wieder versucht, Erleichterung und Zeitgewinn durch maschinell getriebene Instrumentensysteme zu erreichen. Die zuerst aus Edelstahl hergestellten maschinellen Instrumente stießen jedoch insbesondere bei ihrer Anwendung in gekrümmten Kanälen an ihre Grenzen. Hohe Frakturraten, unerwünschte Formveränderungen, reduzierte Taktilität und ein Verlust an Arbeitslänge konnten höchstens einen adjuvanten Einsatz zur hauptsächlich manuellen Wurzelkanalaufbereitung darstellen. In der Literatur zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung finden sich deshalb überwiegend skeptische bis ablehnende Meinungen wieder (HÜLSMANN 1993). Mit der Einführung von Nickel-Titan-Legierungen in die Endodontie durch WALIA (1988) war eine neue Ära in der Wurzelkanalaufbereitung geboren. Entwickelt Anfang der 60er-Jahre in der amerikanischen Navy-Forschung, stehen derzeit vier Nickel-Titan-Legierungen als zahnmedizinische Werkstoffe zur Verfügung, die jeweils nach ihrer Herkunft benannt werden (THOMSON 2000): Nitinol (Nickel-Titan aus dem Naval Ordnance Laboratory in Silver Spring, Maryland, USA), Chinese NiTi, auch Nitalloy genannt, Japanese NiTi (Furukawa Electric, Japan) und mit Kobalt legiertes Nitinol. In der Endodontie werden Nickel-Titan-Instrumente in der 55-Nitinol-Legierung eingesetzt, was einer Zusammensetzung von 55 Gewichtsprozent Nickel und 45 Gewichtsprozent Titan entspricht (SCHÄFER 2002a). Handinstrumente werden auch aus 60-Nitinol-Legierung gefertigt (SCHÄFER 1998). Dem Reintitan ähnlich hat Nickel-Titan zu einem gewissen Anteil die Eigenschaft, sich in korrosiven Medien sehr schnell zu passivieren, was für die Biokompatibilität eine große Rolle spielt (LAUTENSCHLÄGER und MONAGHAN 1993). Ein hohes Elastizitätsmodul ($E \approx 3.500 \text{ N/mm}^2$) verleiht den Instrumenten eine hohe Flexibilität, welche

um das Dreifache größer ist als bei konventionellen Stahlinstrumenten (MARXKORS und MEINERS 1993, KAZEMI et al. 2000). Diese, auch als „Superelastizität“ oder „Pseudoelastizität“ bezeichnete Eigenschaft zeigt sich darin, dass sich ein gebogenes Instrument wieder vollständig gerade ausrichtet, sobald es nicht mehr unter Spannung steht, wobei es nicht wie bei einem Chrom-Nickel-Stahl-Instrument zu einer permanenten plastischen Deformation kommt (KAZEMI et al. 1996). Die Erklärung findet sich in der Kristallgitterumwandlung. Bei ansteigendem Biegemoment wird die Hochtemperaturmodifikation (Austenit-Phase) in die Tieftemperaturphase (Martensit-Phase) umgewandelt und bei Entspannung wieder zurückgewandelt. Bei der Austenit-Phase liegt ein kubisch-flächenzentriertes und bei der Martensit-Phase ein kubisch-raumzentriertes Gitter vor (SCHÄFER 2002a). Führt eine elastische Deformation doch einmal zu einer plastischen Deformation wie sie zum Beispiel bei der Aufbereitung von gekrümmten Kanälen erwünscht ist, so tritt eine weitere metallurgische Besonderheit, der sogenannte „Memory-Effect“ oder „shape memory“, auf. Wenn das Instrument über die Umwandlungstemperatur auf etwa 125°C erwärmt wird, so wird das Kristallgitter in die Hochtemperaturmodifikation zurückgebildet. Die Verformung wird auf diese Weise reversibel und das Formgedächtnis stellt das Instrument wieder in seine gerade Ausgangsposition zurück (SERENE et al. 1995, THOMSON 2000). Die Superelastizität des Werkstoffes birgt aber auch einen Nachteil. Weil bei der Herstellung eine plastische Deformation durch Verdrehung eines Rohlings zu einer Spirale nicht zu erreichen ist, da eine extensive Verdrehung zur Fraktur führen würde, können Nickel-Titan-Instrumente maschinell nur durch Fräsung hergestellt werden. Durch diesen Herstellungsprozess bedingt entstehen Defekte und Unregelmäßigkeiten an den Schneiden. Eine im Vergleich zu Edelstahlfeilen 40 % geringere Schneideeffizienz ist die Folge (TEPEL und SCHÄFER 1996). Mit den von der Industrie auf den Markt gebrachten Nickel-Titan-Handinstrumenten in einer 2%igen Konizität konnte