

¿Es suficiente con un sistema de níquel-titanio para la instrumentación del conducto radicular?

David Sonntag, Priv.-Doz. Dr. med. dent.

La utilización de instrumentos para preparar el conducto radicular suscita en la actualidad opiniones encontradas. Por un lado, los especialistas que ejercen la endodoncia hacen referencia con frecuencia a la utilización de la denominada técnica híbrida, es decir, la combinación de distintos instrumentos rotatorios de níquel-titanio, cuando describen su procedimiento terapéutico. Por otro lado, los fabricantes parecen ofrecer sistemas cada vez más simplificados destinados a ser utilizados sin problemas en todos los casos clínicos. La elección de los instrumentos debería ir en función del caso y del modo de empleo de un sistema. No existe ni existirá un sistema que sea perfecto para todos los endodontistas y para todos los casos. Por consiguiente, es importante conocer las ventajas e inconvenientes de los distintos sistemas y técnicas con el fin de poder utilizarlos de forma eficaz. El presente artículo aborda distintos conceptos de instrumentación, describe los detalles geométricos de los instrumentos rotatorios y resume la experiencia recabada con los distintos conceptos.

(*Quintessenz*. 2010;61(2):167-72)

Introducción

El objetivo de la instrumentación mecánica del conducto radicular es extirpar el tejido pulpar y eliminar los microorganismos y las virutas dentinarias para después dotar al sistema de conductos de una forma que permita su limpieza, desinfección y obturación completa⁵. El conducto preparado debe abarcar el conducto original, conservar la constricción apical y acabar en un estrechamiento apical, además de presentar conicidad en sentido coronoapical⁵.

El uso de instrumentos rotatorios fabricados con una aleación de níquel-titanio (NiTi) fue descrito por primera vez en 1988 y hoy se puede considerar un hito histórico para lograr los objetivos mencionados anteriormente²³. Los instrumentos de NiTi han pasado a convertirse en una parte integrante del programa docente en muchas universidades. En 1999 la instrumentación con sistemas rotatorios se impartió en el 27% de las universidades de Europa occidental. En Francia, en 2004, la instrumentación mecánica se impartió en el 81% de las universidades en los cursos preclínicos y clínicos¹. En Alemania en el año 2007 el 63% de las universidades formó a sus estudiantes en esta técnica en los cursos preclínicos.

Los instrumentos de NiTi ofrecen indiscutiblemente una gran cantidad de ventajas frente a los instrumentos de acero inoxidable manuales. No obstante, la mayoría de autores recomiendan combinar instrumentos de acero inoxidable y de NiTi. Actualmente los instrumentos de acero inoxidable se aplican en endodoncia principalmente para explorar el sistema de conductos, para la conductometría electrónica y para establecer una vía de instrumentación. Los instrumentos manuales de acero inoxidable se utilizan con movimientos de impulsión-tracción o de rotación en función del ángulo de inclinación del filo con respecto al eje del instrumento. A los

Correspondencia: D. Sonntag.
Consulta de endodoncia.
Wilhelm-Busch-Strasse 42, 35039 Marburg, Alemania.
Correo electrónico: david.sonntag@med.uni-duesseldorf.de



Figura 1. Diente 16 con instrumento de NiTi fracturado en el conducto mesiovestibular.



Figura 2. Diente 16 una vez retirado el fragmento. Sólo se puede reconocer la trayectoria del conducto hasta el escalón de la zona de la curvatura apical.



Figura 3. Utilizando instrumentos manuales de acero inoxidable precurvados fue posible establecer una vía de instrumentación. El escalón fue corregido y el conducto fue ensanchado con instrumentos de NiTi precurvados.

movimientos de limado se añaden conceptos como la técnica «step-back»², la técnica estandarizada⁹, la técnica «crown-down»⁸ y la técnica de las fuerzas balanceadas^{3,16}.

A diferencia de los instrumentos manuales de acero inoxidable, los instrumentos de NiTi de los sistemas establecidos se utilizan siempre con una rotación de 360°. Hasta hoy todavía no se ha impuesto la aplicación de sistemas NiTi con un movimiento similar al de los instrumentos manuales (ascensional, movimiento antihorario parcial). Si bien con los primeros sistemas el concepto de la técnica crown-down se consideraba incuestionable^{10,20}, hoy día existen distintos conceptos que, entre otros, recomiendan una instrumentación de toda la longitud de trabajo desde el inicio (Lightspeed, Mtwo, BioRace etc.). Sin embargo, analizados con más detenimiento, los primeros sistemas (ProFile, FlexMaster, ProTaper) no recomendaban aplicar exclusivamente la técnica «crown-down», sino llevar a cabo un procedimiento combinado. Después de alcanzar la longitud de trabajo completa se procedía al ensanchamiento apical con instrumentos de tamaño creciente.

Como si no fuera suficiente con el desconcierto que generan las diferencias existentes, los endodoncistas utilizan a menudo sistemas distintos en la instrumentación. No todos los casos se pueden resolver de forma satisfactoria con un solo sistema. Para salvar escalones en el sistema de conductos, instrumentar conductos de curvatura extrema y llegar a fragmentos o perforaciones muy profundos, en determinadas circunstancias puede resultar útil combinar sistemas de NiTi de corte activo y sistemas pasivos de conicidad muy diversa¹² (figs. 1 a 3).

La elección de los instrumentos a utilizar se deberá regir por las características del caso y por las preferen-

cias y capacidades del especialista. Para aplicar los distintos instrumentos NiTi de forma estructurada y combinada hay que conocer las diferencias fundamentales entre los sistemas. Para poder aplicar los instrumentos eficazmente resulta de gran ayuda saber de antemano los puntos del conducto en los que el instrumento utilizado va a eliminar dentina y de qué forma.

El presente artículo tiene por objetivo ayudar al lector a decidir correctamente qué sistema o sistemas utilizar en función de los casos que ha de tratar.

Movimiento de los instrumentos de NiTi mecánicos

En la instrumentación mecanizada se suelen utilizar instrumentos de Niti en rotación continua de 360° con velocidades situadas entre las 150 y las 2.000 rpm^{4,15}. A diferencia de los instrumentos mecánicos más antiguos que realizaban movimientos lineales, movimientos recíprocos de un cuarto de vuelta, etc., hasta la introducción de los instrumentos de NiTi no ha sido posible respetar al máximo la geometría original del conducto con técnicas rotatorias. La gran mayoría de estudios sobre instrumentación rotatoria certifica que con este tipo de instrumentación se logra conservar de forma óptima la anatomía original del conducto, con una rectificación mínima de éste^{11,18,19}. También los endodoncistas con poca práctica o experiencia pueden conservar de forma satisfactoria la anatomía del conducto^{6,7,13,14}.

Sin embargo, algunos autores consideran que el movimiento descrito por Roane y Sabala¹⁷ en su artículo titulado «Clockwise or counterclockwise» aporta ciertas ventajas. En 2005 se empezó a recomendar una secuencia de instrumentación denominada «anatomic endodontic technology» que consistía en aplicar un

movimiento en sentido horario/antihorario alternante («watch-winding»; movimiento recíproco, en inglés: «reciprocation»). Se diseñaron instrumentos de acero inoxidable especiales para esta técnica destinados a ser aplicados en un motor ATR previsto inicialmente para la instrumentación rotatoria con instrumentos de NiTi. Sin embargo, hoy por hoy, esta técnica no ha logrado imponerse.

Yared²⁵ recuperó el concepto del movimiento en sentido horario y antihorario y describió la preparación de conductos radiculares utilizando únicamente un instrumento de NiTi (ProTaper F2). Después del sondaje del sistema de conductos con una lima de tamaño ISO 08, se procede a instrumentar el conducto con un movimiento en sentido horario (4/10) y en sentido antihorario (2/10). No obstante, dado que en las primeras observaciones publicadas no se hace referencia a ningún grupo control, no es posible sacar conclusiones válidas en relación con la calidad de la instrumentación y con el éxito del tratamiento comparado con los sistemas tradicionales. Además el propio autor indica que la aplicación de un solo instrumento de NiTi se limita exclusivamente a conductos radiculares que no presenten una curvatura excesiva y que tengan un calibre que se corresponda con el tamaño ISO del instrumento.

Geometría de los instrumentos rotatorios

En la bibliografía se describen distintos sistemas de limas con ángulos de corte positivos, neutros o pasivos, conicidades constantes o ascendentes, ángulos de trabajo variables y otras características constructivas.

Ángulos de la geometría filo de corte

A continuación se definen brevemente tres tipos principales de ángulos que marcan las diferencias entre los distintos instrumentos de preparación. Con ayuda de la nomenclatura presentada se pueden clasificar los distintos parámetros de las limas.

- El ángulo de inclinación o de hélice («helical angle») es el formado por el eje del instrumento y la parte exterior de la arista cortante. Con una parte activa de una longitud determinada, cuanto mayor es el número de filos, mayor es el ángulo de inclinación (ángulo de la arista cortante).

- El ángulo de corte («cutting angle») es el ángulo formado por la superficie a instrumentar y la cara anterior de la cuña. El ángulo de corte y el ángulo de desprendimiento juntos forman un ángulo de 90°.

- El ángulo de desprendimiento («rake angle») es el ángulo formado por la cara anterior de la cuña y el plano perpendicular a la superficie del conducto a instrumentar. Por lo general con ángulos de desprendimiento positivos la fuerza de corte es menor que con ángulos negativos.

En relación con las limas de NiTi disponibles en el mercado se habla de ángulos de desprendimiento negativos, neutros o positivos. En un estudio realizado por el autor sobre distintas limas elegidas al azar (FlexMaster, K3, Profile, ProTaper, Ra-Ce) de conicidad variable sólo se hallaron ángulos de desprendimiento negativos que se situaron entre los -20° y los -50° . Un ángulo de desprendimiento negativo hace que el instrumento, en lugar de cortar, raspe la superficie. Para eliminar una determinada cantidad de material con un movimiento de raspado es necesaria una fuerza mayor que la que se precisa cuando el ángulo de desprendimiento es positivo. Este aspecto también es importante en relación con la fuerza ejercida sobre el instrumento. La capacidad de corte de una lima afecta de forma decisiva a la cantidad de fuerza que hay que aplicar; las fuerzas axiales aumentan automáticamente con el diámetro de la lima. Clínicamente esto se manifiesta por el hecho de que las limas con un diámetro mediano se fracturan más que las de menor tamaño. A partir de cierta área de sección, las limas vuelven a presentar una resistencia y rigidez suficientes para soportar los esfuerzos de torsión y de flexión de forma permanente y segura.

Conicidad de los instrumentos de preparación

Cuanto mayor es la amplitud y la conicidad con las que se instrumenta el conducto, mejor penetra en él la solución irrigadora. Si se realiza una preparación manual con un limado circunferencial se pueden obtener conicidades del 10% o mayores en el tercio coronal y también en el tercio medio del conducto. Con la instrumentación rotatoria, en cambio, unas conicidades tan elevadas sólo se pueden lograr con unos pocos instrumentos; generalmente es necesario un movimiento determinado de la lima para conseguir una conicidad óptima del conducto. La mayoría de los sistemas disponibles actualmente presentan entre dos y cuatro conicidades distintas que no varían en toda la parte activa. El sistema ProTaper de conicidad progresiva (progressive taper, ProTaper) constituye una excepción, dado que presenta varias conicidades dentro del mismo instrumento.

Sin embargo, dado que cuanto mayor es la conicidad del instrumento, mayor es el diámetro del alma de éste y

menor es la flexibilidad, una conicidad elevada va asociada a un determinado perfil de sección transversal. Las limas FlexMaster, por ejemplo, presentan unas caras externas convexas gracias a las que resisten los esfuerzos de torsión y de flexión incluso con conicidades reducidas (a partir del 2%). De otro modo con conicidades mayores estas limas pierden rápidamente la flexibilidad deseada, dado que presentan una superficie de sección un 30% superior a la de los instrumentos con caras externas cóncavas (como las limas de triple U)^{21,22}. Por esa razón las limas GT, una versión mejorada del sistema Profile, presentan una conicidad elevada y una flexibilidad suficiente. Según los datos de los fabricantes los denominados «M-Wire» se someten a un nuevo tratamiento térmico con el objetivo de mejorar la flexibilidad (por ejemplo Twisted Files, GTX, Profile Vortex). Por otro lado, se han realizado modificaciones geométricas en los instrumentos con dos filos de corte (Mtwo) que han permitido mejorar su flexibilidad con respecto a los sistemas tradicionales de tres filos.

Número de filos y distancia entre éstos

El número de filos por tramo de la parte activa de un instrumento también es un factor importante para la eficacia de la instrumentación. En los instrumentos manuales, rotatorios, con acción de limado o con acción de raspado en función del tipo de lima, se han identificado distintos números de filos como ideales para la instrumentación.

Al igual que las limas de acero inoxidable, las limas NiTi se fabrican en su mayoría con una separación cada vez menor de los filos cortantes a medida que se acerca la punta y con un ángulo de inclinación creciente. Con este diseño se pretende lograr una remoción de material homogénea, dado que se mejora el centrado longitudinal del instrumento en la luz del conducto. También permite transmitir la fuerza al instrumento de forma uniforme. Sin embargo, esta geometría impide una introducción rápida de la lima en el conducto. La distancia y la inclinación de los filos presentan características inversas a las de los tornillos convencionales para madera. En éstos el ángulo de inclinación va disminuyendo hacia la zona de la punta y el número de filos se va reduciendo. El ángulo de inclinación de los filos influye también en el tamaño de las virutillas dentinarias y en su evacuación. Cuanto más agudo es el ángulo de inclinación, más se favorece la evacuación de partículas de la zona de corte.

Con todo, la sección transversal de la lima constituye un factor más determinante que el número de filos. Los instrumentos de sección triangular tienen una mayor capacidad de corte que las limas de sección cuadrada. Los

fabricantes de instrumentos rotatorios también son conscientes de ello, dado que los sistemas disponibles en el mercado son en su mayoría de tres filos.

Instrumentos activos y pasivos

Desde hace algunos años la clasificación de las limas en instrumentos de NiTi activos, semiactivos y pasivos aflora en congresos sobre endodoncia nacionales e internacionales y de vez en cuando también en la bibliografía especializada. La clasificación se debe a Ben Johnson y se refiere a la capacidad de corte de un instrumento proporcionada por su geometría. Se denominan pasivos los instrumentos que presentan una superficie de apoyo radial («radial land») (Profile, GT, Lightspeed). Los instrumentos activos disponen de una arista cortante sin apoyo radial. Por consiguiente poseen un ángulo de incidencia mucho más marcado y muestran una mayor capacidad de abrasión. A este grupo pertenecen, por ejemplo, los instrumentos FlexMaster, RaCe y ProTaper.

Todavía no se ha podido demostrar la suposición de que los instrumentos activos cortan la dentina correctamente gracias a un presunto ángulo de desprendimiento positivo. Parece bastante más probable que se produzca una abrasión por fricción eficaz. También los instrumentos pasivos logran una abrasión por fricción, pero son menos eficaces y por consiguiente eliminan menos cantidad de tejido.

Si la conicidad de las limas activas y pasivas es idéntica debe procurarse preparar los conductos levemente curvados con instrumentos activos y no recapitular la longitud de instrumentación alcanzada. Con los instrumentos pasivos también se pueden preparar conductos de curvatura extrema, que incluso en una recapitulación modifican muy poco la trayectoria original del conducto. En manos inexpertas, existe un mayor riesgo de transporte del conducto con instrumentos activos que con instrumentos pasivos.

No obstante, en ocasiones los clínicos experimentados defienden la aplicación de instrumentos activos también en conductos con curvaturas extremas. En este contexto la clave del éxito radica en la brevedad de la permanencia en el ápice. Si a pesar de existir una curvatura extrema se desea utilizar una lima activa, entonces hay que limitar las rotaciones de ésta a dos o tres a la altura del ápice. Con una velocidad de 280 rpm aproximadamente esto supone una permanencia apical de 0,5 segundos en la longitud de trabajo. Una rotación más prolongada del instrumento en toda la longitud de trabajo lleva asociado el riesgo de provocar deformaciones en la geometría del conducto, como un acodamiento o «elbow» (fig. 4).

Combinación de varios instrumentos

La combinación de instrumentos tiene por objetivo lograr una preparación óptima del conducto. Sin embargo, es necesario llevar a cabo ciertas medidas previas que van más allá de la mera utilización de los distintos instrumentos de NiTi. Con la siguiente secuencia de trabajo se puede llevar a cabo una preparación biomecánica según el concepto crown-down:

1. Apertura cameral
2. Acceso recto al sistema de conductos
3. Determinación de la longitud de trabajo
4. Establecimiento de una vía de instrumentación
5. Ensanchamiento del tercio coronal y del tercio medio
6. Determinación del diámetro apical
7. Nueva conductometría electrónica
8. Preparación apical

Cuanto mayor es la curvatura apical y cuanto menor es la conicidad del conducto en el tercio apical, más justificado está el ensanchamiento apical con un instrumento pasivo. No obstante, en presencia de curvaturas extremas también existe la posibilidad de precurvar las limas de NiTi con un instrumento especial (Endo-Bender, SybronEndo, Orange, EE. UU.) y aplicarlas manualmente y de forma adaptada a la curvatura (figs. 5 y 6).

Walsch²⁴ presentó en un artículo publicado en 2004 una técnica híbrida que fue aplicada recientemente en un estudio realizado en Australia y que proporcionó resultados muy satisfactorios¹². En casos complicados el autor proponía llevar a cabo un ensanchamiento apical con instrumentos GT/Profile (pasivos) una vez preparados los tercios coronal y medio con instrumentos Pro-Taper (activos). En casos muy complejos recomienda la aplicación manual o mecánica rotatoria del sistema LightSpeed.

Conclusiones

El conocimiento de los detalles geométricos y del modo de uso más adecuado de los instrumentos de NiTi rotatorios puede contribuir a lograr unos excelentes resultados en el ensanchamiento y en la desinfección del sistema de conductos completo. Sin embargo, no es infrecuente que en las radiografías bidimensionales no se identifiquen las sinuosidades, las curvaturas extremas o los escalones de los conductos. Por consiguiente, además de disponer del instrumental técnico necesario y de conocimientos actualizados, para llevar a cabo una instrumentación mecánica exitosa es necesaria además



Figura 4. En este caso fue posible instrumentar la curvatura extrema del diente 47 después de establecer una vía de instrumentación con instrumentos pasivos y de aplicar un instrumento activo con pocas rotaciones.



Figura 5. Instrumento específico para precurvar limas de NiTi en función de las exigencias del caso.



Figura 6. Instrumentos de NiTi con tamaños de hasta ISO 25 y una conicidad máxima del 6%.

clínica, mucha precaución y paciencia. A pesar de la avanzada tecnología disponible, el procedimiento del ensanchamiento del conducto sigue basándose en un trabajo sistemático coronapical. No obstante los sistemas rotatorios de NiTi constituyen una herramienta de la que ya no se puede prescindir.

Bibliografía

1. Arbab-Chirani R, Vulcain JM. Undergraduate teaching and clinical use of rotary nickel-titanium endodontic instruments: a survey of French dental schools. *Int Endod J* 2004; 37:320-324.
2. Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am* 1969;13:482-493.
3. Cruz EV, Jimena ME, Puzon EG, Iwaku M. Endodontic teaching in Philippine dental schools. *Int Endod J* 2000;33:427-434.
4. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EP. Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2000;26:68-71.
5. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39:921-930.
6. Garip Y, Gunday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J* 2001;34:452-457.
7. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001;34:476-484.
8. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod* 1982;8:550-554.
9. Ingle JI. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:83-91.
10. Iqbal MK, Banfield B, Lavorini A, Bachstein B. A comparison of LightSpeed LS1 and LightSpeed LSX NiTi rotary instruments in apical transportation and length control in simulated root canals. *J Endod* 2007;33:268-271.
11. Liu SB, Fan B, Cheung GS et al. Cleaning effectiveness and shaping ability of rotary ProTaper compared with rotary GT and manual K-Flexofile. *Am J Dent* 2006;19:353-358.
12. Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J* 2009;42:1057-1064.
13. Namazikhah MS, Mokhlis HR, Alasmakh K. Comparison between a hand stainless-steel K file and a rotary NiTi 0.04 taper. *J Calif Dent Assoc* 2000;28:421-426.
14. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ* 2006;10:52-59.
15. Poulsen WB, Dove SB, del Rio CE. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod* 1995;21:609-612.
16. Qualtrough AJ, Whitworth JM, Dummer PM. Preclinical endodontology: an international comparison. *Int Endod J* 1999;32:406-414.
17. Roane JB, Sabala C. Clockwise or counterclockwise. *J Endod* 1984;10:349-353.
18. Rödig T, Hülsmann M, Kahlmeier C. Comparison of root canal preparation with two rotary NiTi instruments: ProFile .04 and GT Rotary. *Int Endod J* 2007;40:553-562.
19. Samyn JA, Nicholls JI, Steiner JC. Comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endod* 1996;22:177-181.
20. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2006;39:203-212.
21. Turpin YL, Chagneau F, Bartier, Cathelineau G, Vulcain JM. Impact of torsional and bending inertia on root canal instruments. *J Endod* 2001;27:333-336.
22. Turpin YL, Chagneau F, Vulcain JM. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod* 2000;26:414-417.
23. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346-351.
24. Walsch H. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. *Dent Clin North Am* 2004;48:183-202.
25. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41:339-344.