

Cementado de pernos intrarradiculares reforzados con fibra

Kerstin Bitter, Dr. med. dent., Andrej M. Kielbassa, Prof. Dr. med. dent., Roland Weiger, Prof. Dr. med. dent., y Gabriel Krastl, Dr. med. dent.

El objetivo del cementado adhesivo de pernos reforzados con fibra en el conducto radicular es que el perno intrarradicular, el cemento y la dentina del conducto formen una unidad funcional. En este proceso hay que tener en cuenta tanto la unión entre la superficie del perno y el cemento como la unión entre el cemento y la dentina del conducto radicular. Desde un punto de vista global, parece que el factor determinante para lograr una buena adherencia en el conducto radicular y por consiguiente el éxito del tratamiento no es la elección de un determinado sistema de cementado, sino la aplicación correcta y la compatibilidad de sus componentes. Además, es necesario estabilizar y preservar al máximo el tejido dental duro, sano remanente, por medio de técnicas adhesivas y/o mecánicas, como una restauración que proteja las cúspides y una estructura dental sana remanente de 2 mm que proporcione un efecto de abrazadera o «ferrule». Los estudios clínicos sobre el uso de pernos intrarradiculares reforzados con fibra realizados hasta la fecha muestran resultados muy prometedores, si bien hay que tener en cuenta que en la mayoría de los estudios el seguimiento fue a corto plazo.

(*Quintessenz*. 2010;61(1):35-45)

Correspondencia: A.M. Kielbassa.

Departamento de Odontología Conservadora y Periodoncia. Charité-Centrum 3 de Odontología y Medicina oral y maxilofacial. Clínica Universitaria Charité de Berlín.

Aßmannshauser Straße 4-6. 14197 Berlín, Alemania.

Correo electrónico: kerstin.bitter@charite.de

G. Krastl

Clínica de Periodoncia, Endodoncia y Cariología. Clínicas universitarias de Odontología.

Hebelstrasse 3. CH-4056 Basel, Alemania.

Introducción

El pronóstico de un diente endodonciado depende no sólo de que el tratamiento endodóntico se haya realizado correctamente, sino también de la restauración postendodoncia. El sellado coronal inmediato y a prueba de bacterias del sistema de conductos y la restitución de la función masticatoria son dos factores decisivos para el éxito del tratamiento a largo plazo³³. En la restauración de dientes endodonciados la prevención de fracturas es un aspecto muy importante, dado que en éstos la incidencia de fracturas es mucho mayor que en los dientes vitales¹. Esta mayor predisposición a la fractura no es atribuible a la modificación de las características de la dentina después de la pérdida de vitalidad³⁵; parece que la fragilidad del diente se produce como consecuencia de la pérdida de tejido radicular y coronal³¹ y de la sobrecarga de los dientes por la eliminación de los mecanorreceptores pulpaes³⁰.

En la restauración de dientes endodonciados con un elevado grado de destrucción cuyo tejido duro coronal remanente no ofrece una retención suficiente para un muñón unido por técnicas adhesivas, es necesario utilizar un anclaje intraconducto adicional. Dicho anclaje se puede obtener por medio de pernos intrarradiculares prefabricados o individualizados. Existe una gran variedad de pernos intrarradiculares metálicos, cerámicos o reforzados con fibra. En este sentido, es necesario subrayar que los pernos intrarradiculares sólo sirven para la retención de la restauración coronal y no para estabilizar la raíz³⁶. Además, la preparación del conducto para la recepción del perno perjudica notablemente la estabilidad estructural de la raíz²².

Algunos estudios clínicos han demostrado que el principal motivo de fracaso de dientes endodonciados que reciben pernos intrarradiculares es la pérdida del perno. En tratamientos con pernos intrarradiculares metálicos se hallaron fracturas radiculares longitudinales que con-

llevaron la extracción de los dientes afectados³. En este punto hay que subrayar que no todos los dientes endodunciados precisan un perno intrarradicular. A lo largo de los últimos años se han publicado distintos conceptos terapéuticos en relación con la pregunta de cuándo está indicado un perno intrarradicular^{15,34}. Se consideraron tanto el tipo de diente como el grado de destrucción de la corona. La clasificación de los dientes endodunciados por grado de destrucción (reducido, medio o alto) recogida en la postura oficial de la Sociedad Alemana de Odontología (DGZMK) en 2003¹⁵ deja siempre un margen para la interpretación personal, de modo que en la toma de decisiones sobre la conveniencia de utilizar un perno intrarradicular debe tomarse siempre en consideración la situación clínica global. De acuerdo con las evidencias actuales se sabe que se puede prescindir de recurrir la obturación de los conductos con un cemento tal y como exige la DGZMK en dicha postura oficial.

Para conferir resistencia a la estructura dentaria remanente es necesario hallar una solución a medio camino entre una restauración con una resistencia elevada a la fractura (con frecuencia restauraciones que abarcan las cúspides fabricadas en el laboratorio) y la conservación del mayor volumen posible de tejido duro sano (invasión mínima). Por consiguiente, la utilización de pernos intrarradiculares debería limitarse a aquellas situaciones en las que la cavidad ofrece una superficie de retención y de adhesión insuficientes para la reconstrucción con corona. También conviene tener en cuenta que durante la función fisiológica los dientes anteriores se ven expuestos principalmente a fuerzas de cizallamiento, por lo que los pernos intrarradiculares parecen estar indicados con más frecuencia que en el sector posterior, especialmente cuando existe un grado elevado de destrucción de tejido. Por otro lado, en dientes del sector anterior con un grado de destrucción bajo o medio de la corona clínica existen las mismas posibilidades de restauración que en el caso de dientes anteriores vitales con un grado de destrucción similar.

Pernos intrarradiculares reforzados con fibra

En las restauraciones con coronas de cerámica sin metal se utilizan cada vez con mayor frecuencia, dadas sus ventajas estéticas, sistemas de pernos de color dentario que se fijan en el conducto radicular con técnicas adhesivas. Existen en el mercado pernos de composite reforzados con fibra y pernos de cerámica con base de óxido de zirconio estabilizado con itrio. Los pernos de composite reforzados con fibra ofrecen la ventaja de que disponen de

un módulo de elasticidad similar al de la dentina². Esto permite que las cargas se transmitan a lo largo de todo el perno, evitando la concentración de tensiones y minimizando el riesgo de provocar fracturas radiculares. Así lo confirman varios estudios clínicos y de laboratorio, en los que los fracasos reparables registrados se produjeron principalmente con el uso de pernos reforzados con fibra^{18,32}. En estudios in vitro de la resistencia a la fractura de dientes anteriores tratados con pernos reforzados con fibra y con pernos de titanio, los dos grupos mostraron valores similares en presencia de un «ferrule» de 2 mm de ancho (preparación de un margen dentinario de 1,5-2 mm de ancho en la porción apical del muñón)²⁵; sin embargo, también se observó una mayor incidencia de fracasos no reparables con la utilización de pernos reforzados con fibra. Los autores del estudio advirtieron de que la resistencia a la fractura de un diente restaurado se ve más afectada por el volumen de tejido duro remanente que por el material del perno. Al mismo tiempo se hace evidente la necesidad de realizar una preparación con efecto «ferrule»³⁷. Con esta preparación, después de cementar la restauración se genera un efecto estabilizador sobre el tejido duro dental remanente en sentido radicular y previene una posible fractura. Sin embargo, si se intenta llevar a cabo dicha preparación en dientes con un alto grado de destrucción existe el riesgo de perjudicar la anchura biológica. Para solventar dichas situaciones nos podemos servir del alargamiento de corona quirúrgico y, en determinados casos, de la extrusión ortodóncica.

Los pernos reforzados con fibra se fijan principalmente mediante cementado adhesivo. Una ventaja clínicamente relevante de este método reside en que permite reducir la profundidad de inserción de los pernos conservando la misma retención. En la práctica diaria se ha demostrado la viabilidad del cementado hasta la mitad de la longitud del conducto radicular. De este modo se reduce el riesgo de perforar la raíz en el fresado piloto. Además, al parecer los pernos de composite reforzados con fibra se pueden retirar con facilidad en caso de retratamiento. Dado que las fibras están colocadas en la matriz de composite en la dirección axial del perno, sirven de guía para el sistema de fresas especiales, minimizando el riesgo de perforaciones¹⁴.

Cementado de pernos intrarradiculares reforzados con fibra

El objetivo del cementado adhesivo de pernos reforzados con fibra en el conducto radicular es crear una unidad funcional con la dentina del conducto, el cemento y el perno intrarradicular (fig. 1). Dado que estos pernos pre-

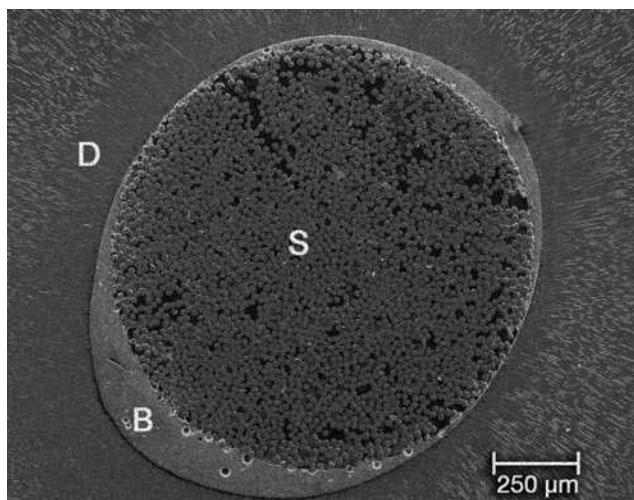


Figura 1. Imagen tomada con el microscopio electrónico de barrido de un perno reforzado con fibra de vidrio (S) cementado con el cemento (B) Variolink H/Excite DSC en el conducto radicular (D). Se aprecian claramente las fibras del perno.

sentan un módulo de elasticidad similar al de la dentina, las fuerzas se concentran en la interfase cemento-dentina y en la interfase perno-cemento, lo que puede provocar una pérdida de retención del perno¹⁰.

Unión a la superficie del perno

La unión del cemento a la superficie del perno ha sido objeto de numerosos estudios in vitro. El tratamiento previo del perno con silano ofrece resultados en ocasiones contradictorios y no en todos los estudios contribuyó al aumento de la adherencia^{6,7,29}. Otros tratamientos previos encaminados a lograr la disolución de la matriz de composite de los pernos y la posterior silanización permitieron lograr un aumento significativo de la adherencia^{24,39}; no obstante, hoy se cuestiona la practicabilidad y la relevancia clínica del aumento de dicha adherencia. Algunos fabricantes ofrecen pernos de fibra pretratados con una superficie optimizada de fábrica mediante un recubrimiento de silicato y silano (DT Light Post SL, VDW, Múnich; ER Dentin Post Coated, Komet, Brassel, Lemgo) (fig. 2). Antes de la prueba en boca la superficie optimizada del perno debe protegerse aplicando una fina capa de protector transparente y repelente de la suciedad basado en metilmetacrilato¹⁶.

Si se utilizan pernos de fibra sin pretratamiento es importante limpiar el perno antes de colocarlo para lograr una unión estable al cemento; los fabricantes recomiendan utilizar ácido fosfórico o alcohol. La aplicación subsiguiente de un silano o de adhesivo responde básica-

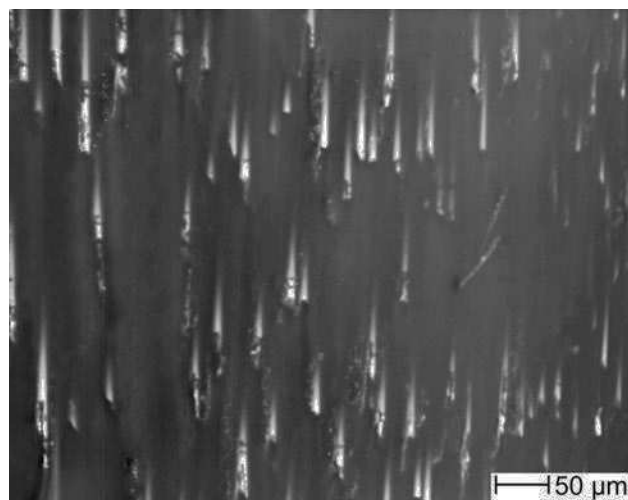


Figura 2. Porción cónica vista a través del microscopio electrónico de barrido del perno reforzado con fibra de vidrio DT Light Post silanizado en fábrica. Además de las fibras recortadas se aprecia claramente el recubrimiento del perno.

mente al objetivo de aumentar la humectación del perno. Sigue sin ser claramente demostrable que la unión química con las fibras o las partículas de relleno expuestas de los pernos obtenida con la aplicación de un silano contribuya a un aumento clínicamente relevante de la retención del perno.

Para optimizar la unión del cemento a la superficie del perno se han desarrollado pernos intrarradiculares de fibra adaptables individualmente con una red polimérica interpenetrante (IPN Ever Stick Post, Stick Tech, Turku, Finlandia). Su superficie externa está provista de una capa soluble enriquecida con polimetilmetacrilato cuya función es la de posibilitar la difusión de monómeros en la matriz del perno. Según los resultados de diversos estudios in vitro los valores de adherencia obtenidos con estos pernos fueron mejores que los de otros sistemas^{5,7}. Sin embargo, un estudio clínico prospectivo publicado recientemente arrojó una tasa de éxito de los pernos IPN Post Ever Stick menor que la del sistema de pernos intrarradiculares DT Light reforzados con fibras de cuarzo¹¹.

Unión a la dentina del conducto radicular

En comparación con la unión a la dentina de la corona, la unión adhesiva a la dentina del conducto radicular supone un gran desafío, dado que en ésta las condiciones para la adherencia y el cementado son desfavorables. Un factor C elevado³⁸, la escasa visibilidad, los restos de sellador y de gutapercha²⁸ y la irregularidad de las estruc-



Figura 3. El cemento autoadhesivo RelyX Unicem está disponible con una punta de prolongación «elongation tip» con la que se puede introducir el material directamente en el conducto. Además, 3M Espe ofrece pernos de composite reforzados con fibra en tres tamaños distintos con sus correspondientes fresas piloto.

turas dentinarias²³ son factores que pueden afectar negativamente a la capa adhesiva. Por consiguiente, los valores de adherencia a la dentina del conducto radicular son inferiores a los alcanzados con la dentina coronal²⁰. No obstante, en el cementado con técnicas adhesivas de pernos intrarradiculares los valores de retención y el sellado obtenidos fueron mejores que con el cementado convencional^{4,13}.

Para el cementado adhesivo de los sistemas de pernos reforzados con fibra se dispone de autoacondicionadores y de autograbantes con ácido fosfórico. Los autoacondicionadores se subdividen en cementos autoadhesivos (como RelyX Unicem, 3M Espe, Seefeld; fig. 3) y en cementos de composite que se aplican en combinación con un primer autoacondicionador (como Panavia F 2.0, Kuraray, Okayama, Japón). Los estudios in vitro confirmaron que los valores de adherencia en el conducto radicular registrados tras la fotopolimerización inicial con el cemento autoadhesivo de polimerización dual RelyX Unicem superaban los de otros materiales estudiados⁸ o eran comparables a los logrados con Panavia F 2.0⁴⁰. Asimismo los datos clínicos mostraron buenos resultados en el cementado de pernos intrarradiculares reforzados con fibra y de pernos de titanio con RelyX Unicem²⁷, pero el periodo de seguimiento fue comparativamente más corto.

Con los sistemas adhesivos aplicados en el conducto después del acondicionamiento con ácido fosfórico se registró una infiltración más profunda en la dentina del

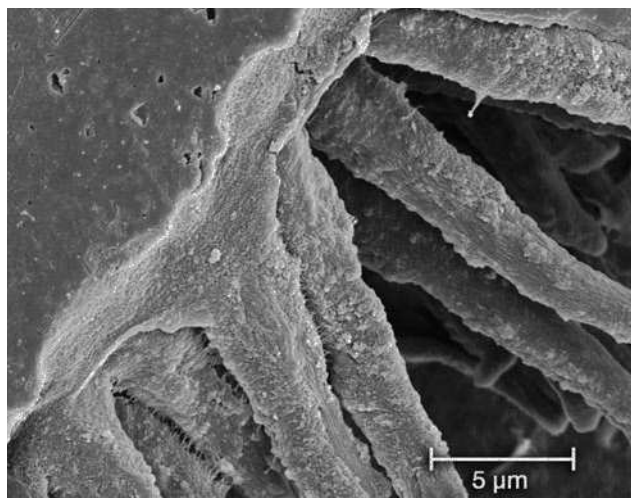


Figura 4. Imagen tomada con el microscopio electrónico de barrido del sistema adhesivo Excite DSC con el cemento Variolink II. Tras la remoción del tejido dental duro se aprecia claramente la unión con la formación de numerosos «tags» de composite y de una capa híbrida.

conducto radicular⁹; no obstante, con estos sistemas se obtuvieron valores de adherencia in vitro comparables o incluso inferiores a los de los sistemas autoacondicionadores⁸. La figura 4 muestra una imagen tomada con microscopio electrónico de barrido de la unión a la dentina del conducto radicular con el sistema adhesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) después de haber aplicado ácido fosfórico. Se aprecian claramente la formación de una capa híbrida y de numerosos tags de resina.

Desde un punto de vista global, parece que el factor determinante para lograr una buena adherencia en el conducto radicular y por consiguiente el éxito del tratamiento no es la elección de un determinado sistema de cementado, sino la aplicación correcta y la compatibilidad de sus componentes. Para la reconstrucción del muñón se recomienda optar por un material de polimerización dual o química. Sin embargo, en el uso de materiales de polimerización dual hay que tener en cuenta la conducción lumínica de cada uno de los pernos de fibra. Un estudio publicado recientemente sobre este aspecto reveló diferencias significativas entre los 14 tipos de pernos analizados¹⁹. En su conjunto la conducción lumínica fue más elevada en el tercio coronal del perno que en los tercios medio y apical. Por consiguiente no se recomienda utilizar materiales exclusivamente fotopolimerizables para la inserción de pernos de fibra, dado que no se puede garantizar una polimerización completa en el fondo del conducto radicular.

Figura 5. Radiografía de la situación inicial del diente 11: la longitud del perno intrarradicular no se corresponde con la preparación original del conducto.



Figura 6. Situación clínica inicial después de retirar la corona y el perno-muñón colado deficientes del diente 11.

Procedimiento clínico

En el caso clínico presentado (figs. 5 a 16) estaba indicada la inserción de un perno intrarradicular reforzado con fibra después de haber fracasado un tratamiento previo con perno intrarradicular metálico, que fue extraído (fig. 5). En el estudio del caso se tuvieron en cuenta también las elevadas cargas de cizallamiento a las que se ven sometidos los dientes anteriores y el grado de destrucción de la corona. Después de retirar el perno-muñón existente no fue necesaria una nueva preparación del conducto radicular, lo que evitó una mayor remoción y debilitamiento de la dentina. Para la inserción del perno (FRC Postec Plus, Ivoclar Vivadent) y para la reconstrucción del muñón se utilizó el material de polimerización dual Multicore Flow en combinación con el sistema adhesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent). Esto permite acondicionar simultáneamente la cavidad y el conducto radicular, y llevar a cabo la reconstrucción del muñón y la inserción del perno con un solo material. Dada la merma de la estabilidad estructural de la raíz que provoca el fresado piloto previo al alojamiento del perno, se puede prescindir del uso de fresas piloto normalizadas²¹. La «preparación del conducto» consiste en este caso en retirar eficazmente el material de obturación radicular con una fresa redonda extralarga. A continuación se selecciona un perno adecuado. Si se llevan a cabo en una misma sesión la obturación radicular y la confección del perno-muñón, se puede limitar la obturación radicular a la mitad apical del conducto, evitando tener que retirar buena parte de la gutapercha.

En el caso clínico que nos ocupa, después de retirar el perno-muñón colado se llevó a cabo el retratamiento del conducto radicular (fig. 8). Después de la instrumentación del conducto y de realizar una nueva obturación radicular se seleccionó un perno adecuado cuyas porciones apical y coronal fueron adaptadas (fig. 9) y acortadas de modo que en la subsiguiente preparación del muñón se pudiera evitar la exposición y la degradación hidrolítica del perno.

Después de limpiar a fondo la superficie del perno conviene silanizarlo o aplicar un adhesivo para aumentar la humectación. Esto no es necesario si se utilizan pernos pretratados y recubiertos de fábrica.

Si se utiliza el sistema adhesivo Excite DSC es necesario aplicar ácido fosfórico; se recomienda emplear una cánula fina (endocánula) para garantizar una distribución uniforme del ácido por toda la superficie del conducto en contacto con el perno. Después de 15 s de grabado ácido se elimina el gel con spray de agua y una jeringa y a continuación se seca el conducto con puntas de papel. Antes de aplicar el ácido hay que asegurarse de que no quedan restos de gutapercha ni de sellador en el conducto. Para limpiar eficazmente la superficie dentinaria con vistas a la adhesión, además de utilizar gafas con lupas o un microscopio, se recomienda usar cepillos rotatorios con polvo de piedra pómez humedecido²¹ (fig. 10). El envase monodosis del sistema adhesivo Excite DSC va acompañado de un microcepillo (microbrush) para aplicar el adhesivo tanto en el conducto como en la cavidad (fig. 11). Los excesos se absorben con una punta de papel. Para aplicar el cemento Multicore Flow en el con-

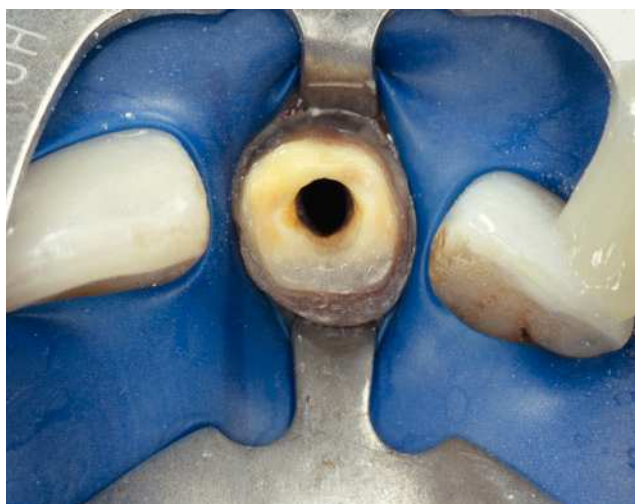


Figura 7. Se recomienda llevar a cabo la endodoncia y el cementado adhesivo del perno intrarradicular bajo aislamiento con dique de goma. La grapa para dientes anteriores se ha modificado con el fin de garantizar una retención segura por debajo del límite de la preparación vestibular.

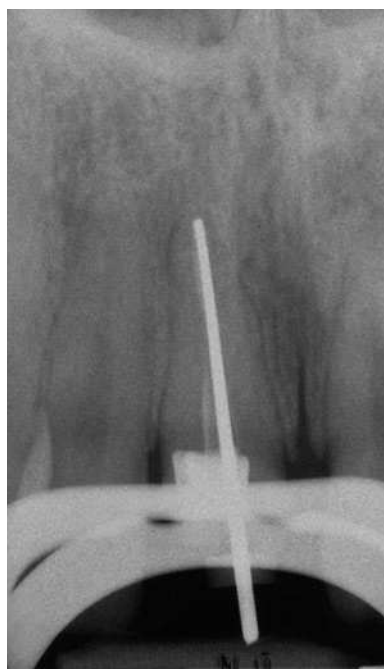


Figura 8. Durante la conductometría con una punta de plata se observan restos de gutapercha de la obturación anterior que deben ser retirados.



Figura 9. Durante la prueba del perno se controla la adaptación al conducto y se marca el punto de corte coronario.



Figura 10. Los cepillos pequeños rotatorios son adecuados para eliminar los restos de gutapercha y de sellador del conducto.

ducto radicular existen cánulas especialmente diseñadas, que permiten insertar el perno sin bolsas de aire (fig. 12). Se recomienda aplicar el cemento tanto en el perno como en el conducto antes de introducir el perno. En este caso, para reconstruir el muñón se utilizó también el composite fluido Multicore Flow (fig. 13); posteriormente se preparó el muñón para la recepción de una corona de cerámica sin metal (fig. 14). En la figura 15 se puede ver el provisional de resina y en la 16 la radiografía una vez finalizado el tratamiento. La figura 17 muestra un diagrama de

flujo que ilustra en detalle el procedimiento clínico para el cementado adhesivo de pernos reforzados con fibra.

Evaluación clínica de pernos intrarradiculares reforzados con fibra

Una revisión de la bibliografía sobre el uso clínico de pernos intrarradiculares reforzados con fibra subrayó la necesidad de disponer de estudios clínicos prospectivos aleatorizados con un periodo de seguimiento de al menos

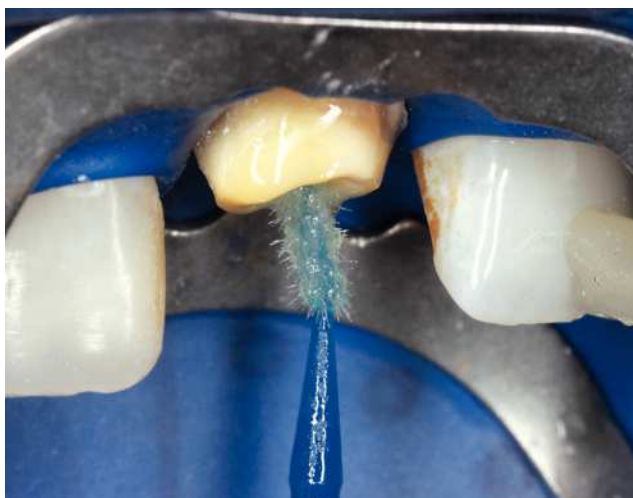


Figura 11. El adhesivo Excite DSC se aplica con un microcepillo que acompaña al envase monodosis.



Figura 12. El cemento Multicore Flow se aplica directamente al conducto por medio de una cánula facilitada por el fabricante.



Figura 13. El muñón se confecciona a mano con el material fluido Multicore Flow.



Figura 14. Diente preparado y con hilo retractor colocado antes de la toma de impresiones.



Figura 15. Provisional de resina in situ.



Figura 16. Radiografía final después de la inserción del perno de fibra.

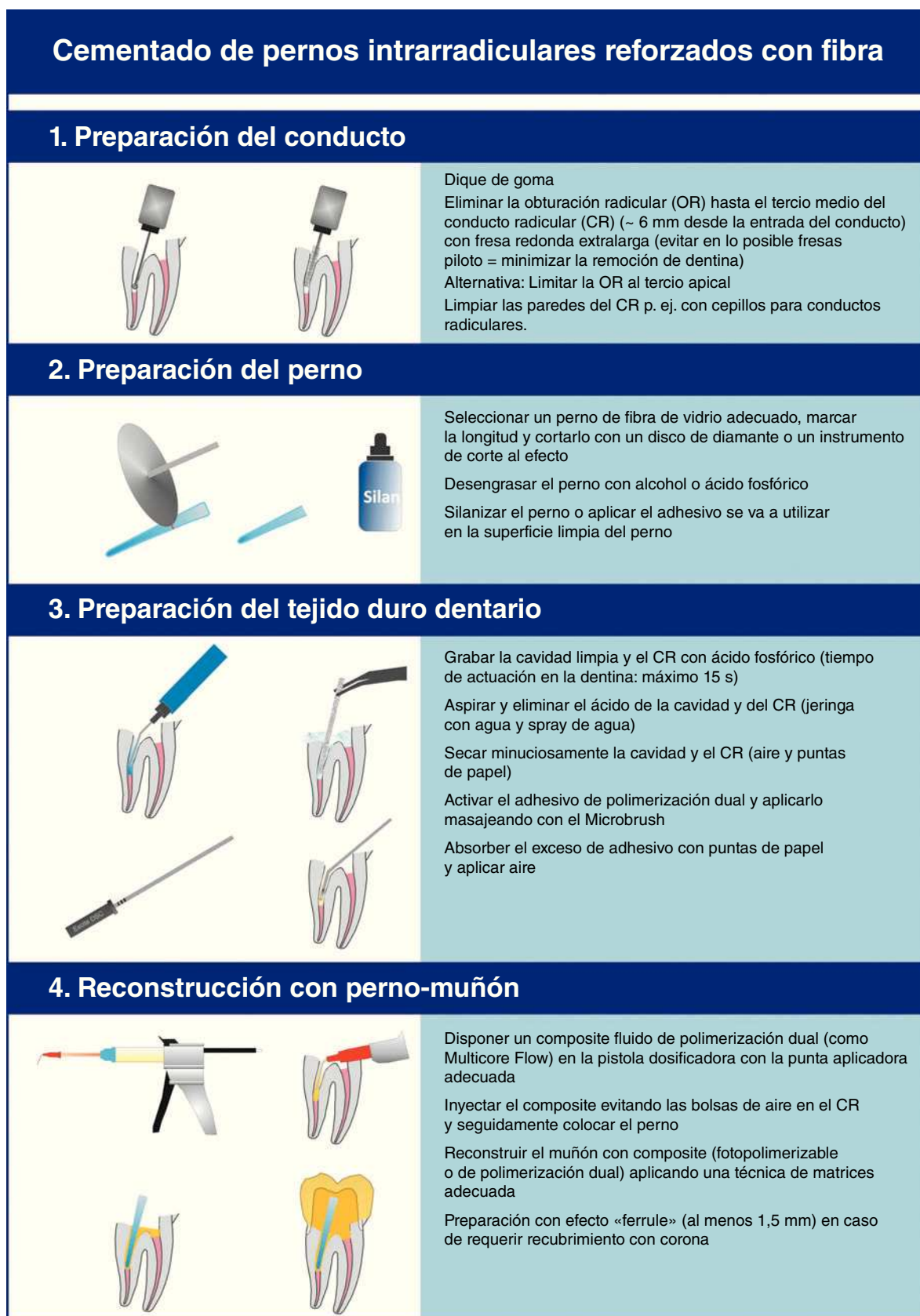


Figura 17. Diagrama de flujo para el cementado adhesivo de pernos intrarradiculares reforzados con fibra.

3 años¹². En estos momentos sólo se dispone de resultados a largo plazo de estudios retrospectivos que mostraron una tasa de fracasos del 8% en el tratamiento de dientes endodonciados con distintos sistemas de pernos reforzados con fibra a los 7 a 9 años¹⁷ y, por consiguiente, aproximándose a los valores obtenidos con perno-muñones metálicos fabricados en el laboratorio. A diferencia de éstos, un estudio clínico prospectivo sobre tres sistemas de pernos reforzados con fibra distintos que incluyó numerosos tipos de dientes anteriores con un elevado grado de destrucción mostró una tasa de fracasos del 32,5% a los 5 años²⁶. En el análisis de los factores de riesgo para la reconstrucción de dientes endodonciados que fueron tratados con pernos de composite reforzados con fibra, se puso de manifiesto un riesgo de fracaso mayor en los dientes anteriores que en los dientes del sector posterior. Por otro lado, la incidencia de fracasos de los dientes tratados con contactos interproximales fue menor que en los dientes sin contactos interproximales y en las restauraciones de coronas unitarias el riesgo de fracaso también fue más elevado que en los dientes pilares. En dos trabajos publicados recientemente se abordó la cuestión relativa al grado de destrucción de la corona a partir del que está indicada la inserción de un perno^{11,18}. Se sometieron a seguimiento durante 3 años cierto número de premolares con distintos grados de destrucción de la corona que habían sido tratados con y sin pernos reforzados con fibra de cuarzo y con una corona de metal cerámica. Los dientes que habían sido tratados sin perno intrarradicular registraron a los 3 años una tasa de éxito del 63%, mucho menor que la registrada por los dientes tratados con pernos con fibra de cuarzo, que fue del 91%. Esto se hizo especialmente ostensible en los grupos con un grado elevado de pérdida de tejido duro de la corona que presentaban una o ninguna pared dentinaria por encima de los 2 mm. Por tanto se recomienda la inserción de un perno cuando existe un elevado grado de destrucción también con el uso de la técnica adhesiva.

Conclusiones

La reconstrucción de dientes endodonciados con pernos intrarradicales reforzados con fibra es hoy un tratamiento habitual en la consulta dental. Los pernos reforzados con fibra de vidrio y de cuarzo ofrecen ventajas estéticas y biomecánicas. Gracias al cementado adhesivo y a la consiguiente disminución de la profundidad de inserción se reduce el riesgo de perforación y de fractura radicular en comparación con los sistemas de pernos metálicos cementados con la técnica convencional. Para garantizar el éxito clínico del tratamiento son decisivas la

conservación del máximo volumen de tejido duro dentario remanente y la estabilización de éste por medio de medidas adhesivas y/o mecánicas, como una restauración que proteja las cúspides y un tallado del diente con efecto «ferrule».

Bibliografía

- Adolphi G, Zehnder M, Bachmann LM, Gohring TN. Direct resin composite restorations in vital versus root-filled posterior teeth: a controlled comparative long-term follow-up. *Oper Dent* 2007; 32:437-442.
- Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999;27:275-278.
- Axelsson P, Nystrom B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004;31:749-757.
- Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998;24:703-708.
- Bell AM, Tanner J, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu P. Bonding of composite resin luting cement to fiber-reinforced composite root canal posts. *J Adhes Dent* 2004;6:319-325.
- Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of pretreatment and thermocycling on bond strength of resin core materials to various fiber-reinforced composite posts. *J Adhes Dent* 2008;10:481-489.
- Bitter K, Noetzel J, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int* 2007; 38:121-128.
- Bitter K, Noetzel J, Volk C, Neumann K, Kielbassa AM. Bond strength of fiber posts after the application of erbium:yttrium-aluminum-garnet laser treatment and gaseous ozone to the root canal. *J Endod* 2008;34: 306-309.
- Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci* 2009;117:326-333.
- Bolhuis P, de Gee A, Feilzer A. Influence of fatigue loading on four post-and-core systems in maxillary premolars. *Quintessence Int* 2004;35:657-667.
- Cagidiaco MC, Garcia-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent* 2008;21:179-184.
- Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont* 2008; 21:328-336.
- Caputo AA, Standlee JP. Endodontic dowel retention with resinous cements. *J Prosthet Dent* 1992;68:913-917.
- De Rijk WG. Removal of fiber posts from endodontically treated teeth. *Am J Dent* 2000;13:19B-21B.
- Edelhoff D, Heidemann D, Kern M, Weigl P. Aufbau endodontisch behandelter Zähne. Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK, der DGZPW und der DGZ. *Zahnärztl Mitt* 2003;93:42-44.
- Edelhoff D, Weber M, Spiekermann H, Marx R. PVD-Beschichtung für verbesserte Retention glasfaserverstärkter Wurzelkanalstifte. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006;116:992-999.
- Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2007;20:287-291.
- Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, de Sanctis M, Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. *J Dent Res* 2007;86:729-734.
- Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res* 2008; 87:1122-1126.

20. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004;112:353-361.
21. Krastl G, Zitzmann NU, Weiger R. Adhäsiv Aufbau bei wurzelkanalgefüllten Zähnen. *Zahnmedizin update* 2008;4:323-346.
22. Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, Raab WH. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *J Dent Res* 2006;85: 364-368.
23. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J* 2001;34: 346-353.
24. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *J Endod* 2006;32:44-47.
25. Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts. *Dent Mater* 2007;23:138-144.
26. Naumann M, Reich S, Nothdurft FP, Beuer F, Schirmermeister JF, Dietrich T. Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *Am J Dent* 2008;21:267-272.
27. Naumann M, Sterzenbach G, Alexandra F, Dietrich T. Randomized controlled clinical pilot trial of titanium vs. glass fiber prefabricated posts: preliminary results after up to 3 years. *Int J Prosthodont* 2007;20:499-503.
28. Perdigao J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont* 2007;16: 154-164.
29. Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22:752-758.
30. Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986;44:271-277.
31. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15: 512-516.
32. Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF et al. Effect of different all-ceramic crown system on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary premolars restored with and without glass fiber posts. *J Endod* 2007;33:848-851.
33. Saunders W, Saunders E. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994;10: 105-108.
34. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30: 289-301.
35. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992;18:332-335.
36. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990;64: 419-424.
37. Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 2002;35:575-581.
38. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod* 2005;31:584-589.
39. Vano M, Goracci C, Monticelli F et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J* 2006;39:31-39.
40. Zicari F, Couthino E, de Munck J et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater* 2008;24:967-977.