

J.M. Casanellas Bassols¹
F.X. Gil Mur²

Reconstrucción de dientes endodonciados mediante postes intrarradiculares de fibras de carbono con matriz epoxido (Composipost®)

- 1 Profesor Asociado, Facultad de Odontología, Universidad de Barcelona
- 2 Profesor Titular, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Catalunya

Correspondencia:

Dr. J. M. Casanellas,
c/ Septimània 41, 1º 1ª
08006 Barcelona

RESUMEN

Se describen las propiedades y la utilización clínica del Composipost®, un poste intrarradicular de composite reforzado con fibras de carbono con matriz epóxido, para la reconstrucción de dientes endodonciados. Se presentan los resultados del análisis al microscopio electrónico de barrido del Composipost® cementado en el interior del canal radicular de un diente, así como los resultados de los estudios mecánicos sobre resistencia a la compresión y módulo de elasticidad en compresión (módulo de Young) del poste Composipost®. El estudio al microscopio electrónico de barrido demostró la disposición longitudinal de las fibras, orientadas en una misma dirección y paralelas entre sí, inmersas en la resina epóxido. Se confirmó una excelente unión del cemento al diente y al poste. Los resultados de resistencia demostraron que la diferencia entre los valores publicados por la Sociedad RTD (Recherches Techniques Dentaires) y los observados en este estudio carecen de relevancia clínica y que el módulo de elasticidad en compresión del Composipost® es óptimo para la reconstrucción de dientes endodonciados.

PALABRAS CLAVE

Poste intrarradicular; Reconstrucción de muñón; Poste de fibras de carbono; Plásticos reforzados con fibras (PRF); Restauración del diente endodonciado; Composipost®.

ABSTRACT

We describe the properties and clinical use of Composipost®, an intraradicular post of carbon fibers reinforced composite with epoxy resin for the restoration of endodontically treated teeth. We report the results of scanning electron microscope analysis of Composipost® cemented within the radicular canal of a tooth, as well as the results of mechanical studies of strength under compression and compression elasticity module (Young's module). Scanning electron microscope analysis showed the longitudinal, one-direction, parallel arrangement of the fibres embedded in epoxy resin. Cement attachment to the tooth and the post was excellent. Compression force tests showed that the difference between the results reported by the RTD (Recherches

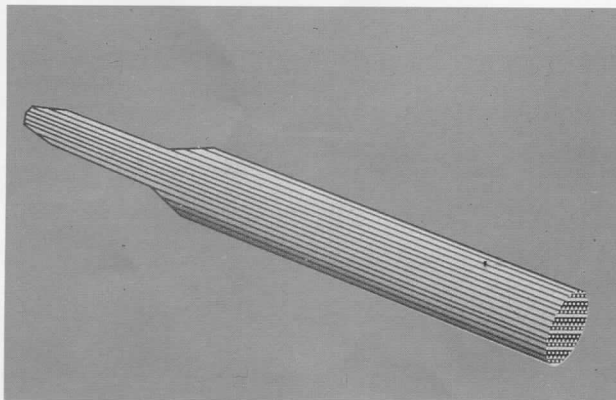


Figura 1. Poste intrarradicular Composipost®.

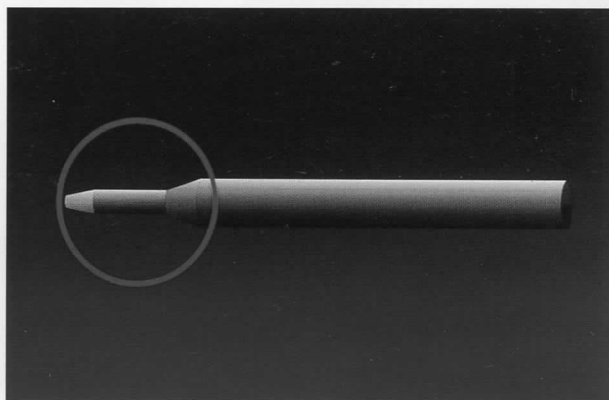


Figura 2. Poste intrarradicular Composipost®: dos niveles cónicos de estabilización.

Techniques Dentaires) society and the present ones have no clinical relevance. The compression elasticity module of Composipost® is optimal for the restoration of endodontically treated teeth.

KEY WORDS

Post-and-core technique; Carbon fibre posts; Fibre reinforced plastics; Restoration of endodontically treated teeth; Composipost®.

INTRODUCCIÓN

Los composites reforzados con fibras de carbono tienen diversas aplicaciones médicas: en la década de los 80, se introdujeron en el ámbito de la Cirugía Ortopédica para la fabricación de tendones y prótesis de cadera⁽¹⁾. En la Odontología, sin embargo, su aplicación es relativamente reciente y se han utilizado para la fabricación de implantes dentales y prótesis dentales^(2,3) así como para la fabricación de postes intrarradiculares para la reconstrucción de dientes endodonciados⁽⁴⁻⁶⁾.

El poste intrarradicular de fibras de carbono con matriz epóxido (Composipost®) (Figs. 1 a 4), ideado y realizado por Duret y cols.^(7,8) ha supuesto un

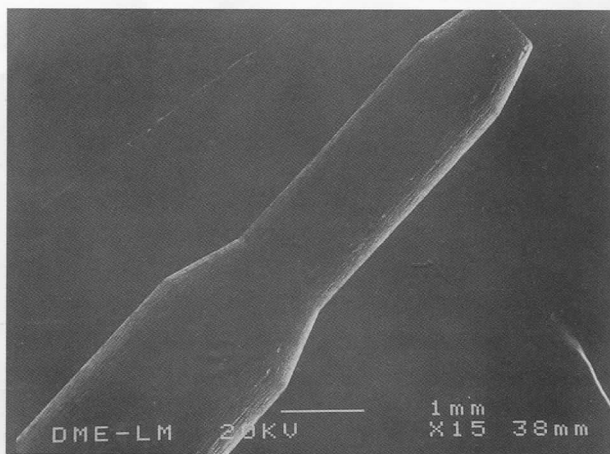


Figura 3. Poste intrarradicular Composipost® observado al microscopio electrónico de barrido (x 15). Porción del poste en la que se aprecian los dos niveles cónicos de estabilización.

nuevo concepto en la reconstrucción de dientes endodonciados por sus numerosas ventajas con respecto a los postes metálicos: mejor distribución de las presiones soportadas por el diente, armonía entre el diente y el material de reconstrucción, prevención de fracturas radiculares, ausencia de reacciones canaliculares y la posibilidad de recanalizar el diente endodonciado y de introducir el poste intrarradicular en dientes con un espacio limitado⁽⁹⁻¹⁴⁾.

El diente endodonciado que requiere un poste o

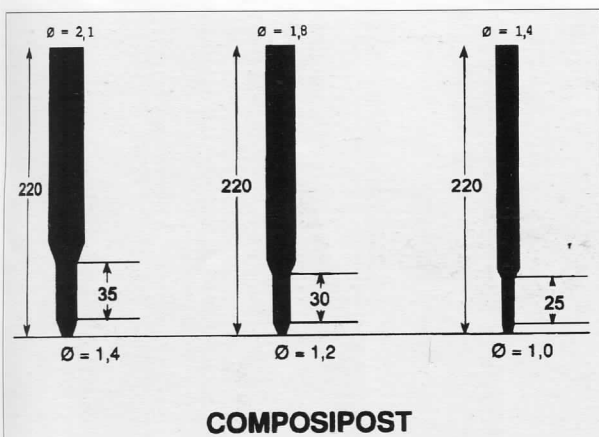


Figura 4. Dimensiones de los tres diámetros de postes intrarradiculares Composipost® (diámetros, en mm; longitudes, en décimas de mm).

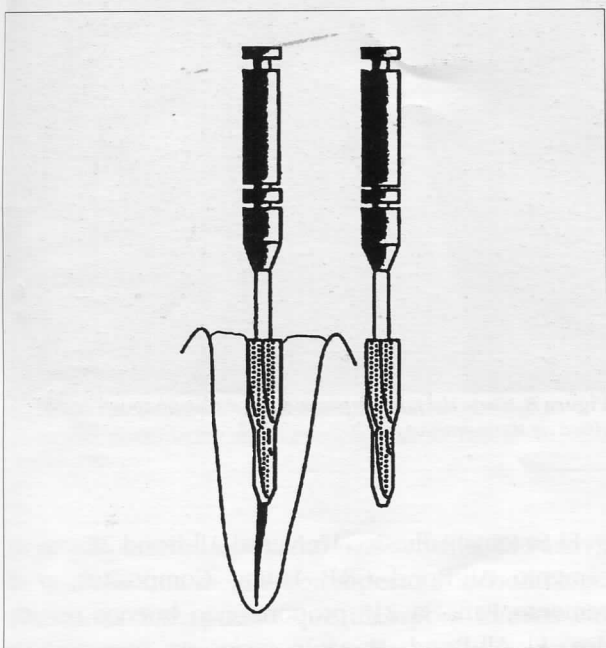


Figura 6. Conformación final con la fresa definitiva.

espiga intrarradicular es, por lo general, un diente destruido y mutilado por caries. Por este motivo, debe hacerse un muñón artificial y una corona de recubrimiento en la mayoría de casos.

En primer lugar, se eliminarán todas las estructu-

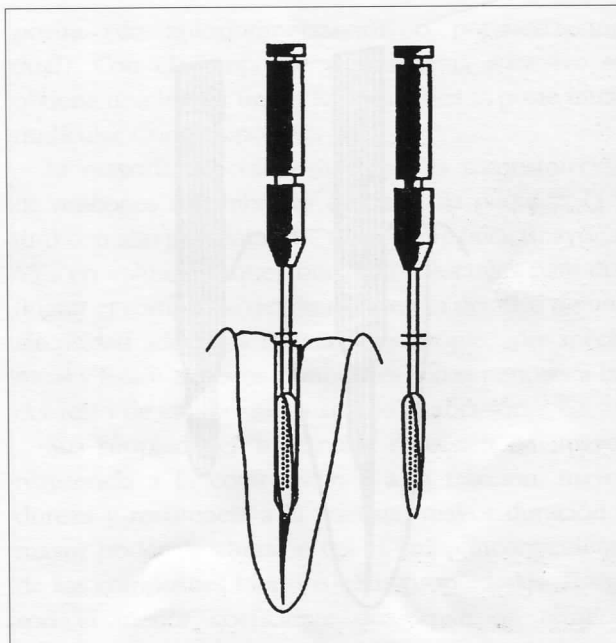


Figura 5. Ensanchamiento del conducto radicular con la fresa de preparación.

ras dentarias no soportadas y se procederá a preparar el conducto radicular.

Para entrar en el interior del conducto, se pueden utilizar las fresas de Gates (nº 2 y 3) y los taladros de Peeso (nº 2 y 3) hasta alcanzar la mitad del conducto radicular. Se recomienda utilizar estos taladros, en lugar de la fresa Torpan de Maillefer, aconsejada por Duret y cols.^(7,8). Para determinar con certeza la profundidad alcanzada, pueden practicarse radiografías con un taladro de Peeso en el interior del conducto radicular. Al llegar a la parte media del conducto radicular, es preferible utilizar los taladros del kit comercial; se escogerá el taladro de tamaño más adecuado al diente que se prepara. Con la llamada fresa de preparación del kit, se practicará un ensanchamiento hasta llegar a la longitud deseada (Fig. 5). En los dientes anteriores, se procurará alcanzar las dos terceras partes del conducto radicular, mientras que en los dientes posteriores es suficiente alcanzar la mitad del conducto radicular. Dicha fresa posee dos anillos que indican la profundidad alcanzada (primer

490

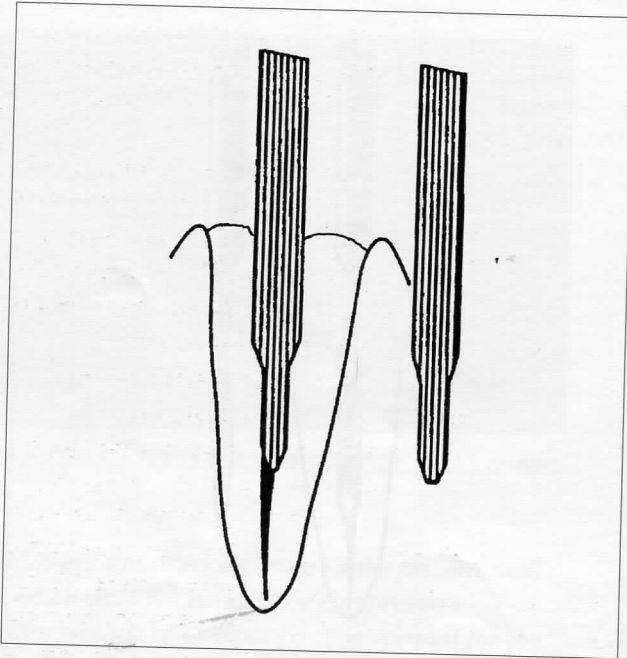


Figura 7. Prueba del poste intrarradicular Composipost® en el interior del conducto radicular.

anillo, 7,5 mm; segundo anillo, 8,5 mm). Finalmente, se dará la forma final al conducto con la llamada fresa definitiva del kit (Fig. 6).

Se probará el poste colocándolo en el interior del conducto radicular (Fig. 7). Para garantizar que el poste llega a la longitud adecuada dentro del conducto radicular, se practicará una nueva radiografía colocando en el interior del mismo el taladro o fresa definitiva (el poste es radiotransparente) Seguidamente, se cortará el poste a la longitud deseada. Es esencial que el corte sea neto; para ello, se usara un disco de diamante; nunca se utilizarán fresas ni alicates de corte (Fig. 8) puesto que se podría provocar la pérdida de las propiedades mecánicas del material al romper la unión entre los filamentos o fibras.

Para la cementación del Composipost® deberá usarse un cemento de resina de autopolimerización. Previamente al cementado, tanto en la superficie del conducto radicular como en la superficie de la raíz, se grabará primero con ácido y seguidamente, se aplicará el primer.

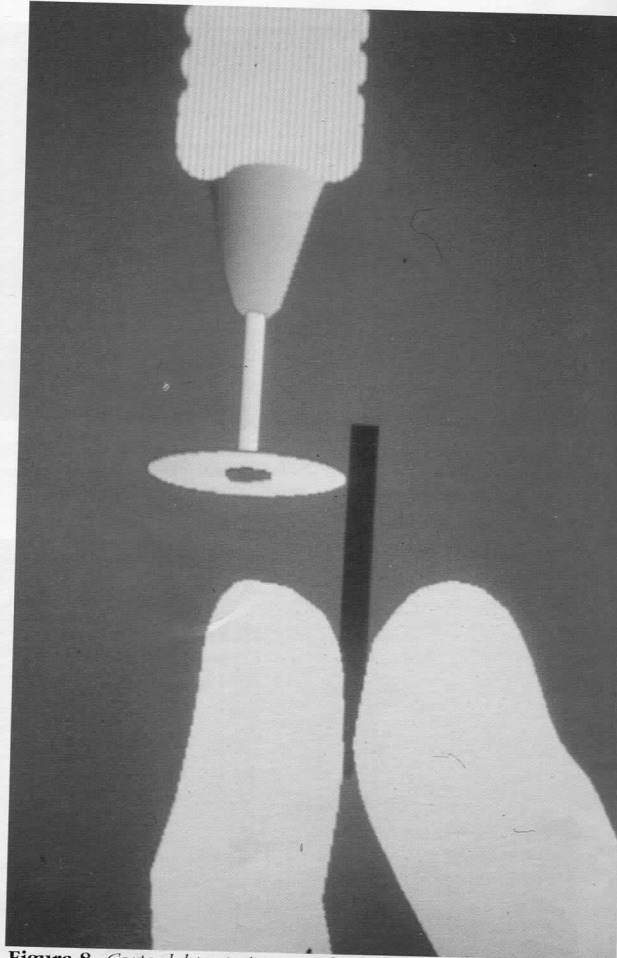


Figura 8. Corte del poste intrarradicular Composipost® con un disco de diamante.

El Sistema Adhesivo Universal All-Bond 2®, con su cemento All-Bond C&B Luting Composite®, o el cemento Panavia 21® proporcionan buenos resultados. El All-Bond 2® actúa mejor en presencia de humedad, una propiedad muy favorable, puesto que resulta muy difícil secar bien el interior del conducto radicular. Por otra parte, el procedimiento a seguir con el All-Bond 2® es laborioso, aunque la presentación comercial se acompaña de instrucciones claras y detalladas. El cemento Panavia 21® presenta un inconveniente: precisa sequedad estricta en el interior del conducto radicular, aunque el procedimien-

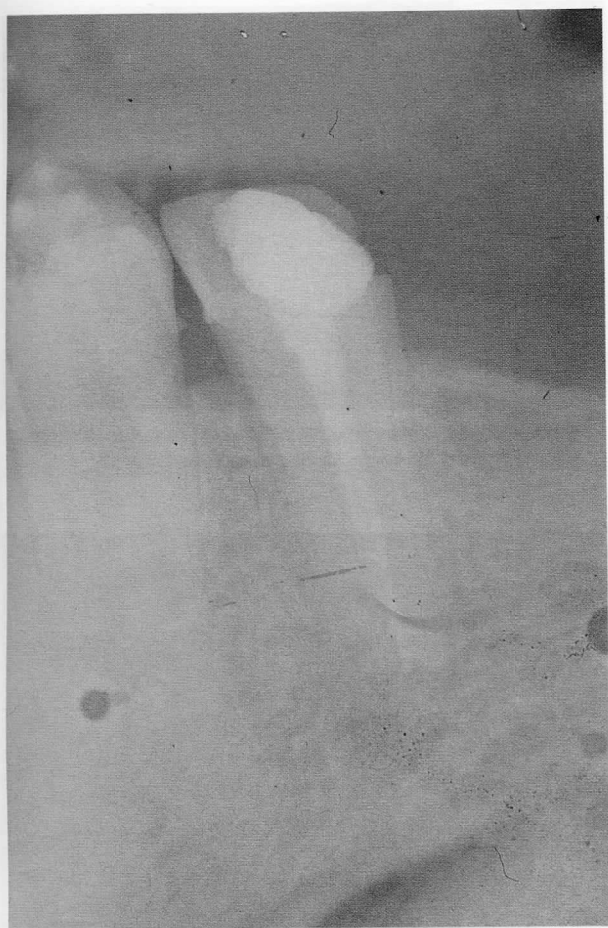


Figura 9. Caso clínico n° 1. Radiografía postendodóntica y previa a la restauración de un premolar inferior izquierdo (diente 35).

posite (de autopolimerización o polimerización dual). Con el composite y el sistema adhesivo se obtiene una buena unión fisicoquímica al poste intrarradicular Composipost®.

La mayoría de composites para la reconstrucción de muñones son híbridos de partícula pequeña (1-5 μm) con alto porcentaje de carga inorgánica (mayor al 65% en volumen), que contienen colorantes para distinguir el composite del diente y están dotados de una viscosidad adecuada (fluida). Las propiedades mecánicas y físicas de estos composites son superiores a las del resto de composites, excepto la abrasión.

Sus propiedades mecánicas consisten en: mayor resistencia a la compresión y a la tracción, mayor dureza y resistencia a la fractura, mayor duración y mayor poder de abrasión (es el único inconveniente de los composites híbridos). Sus propiedades físicas son el menor coeficiente de expansión térmica, menor contracción de polimerización y la menor absorción hídrica.

Ya se ha mencionado que los composites más adecuados para la reconstrucción de muñones son los de autopolimerización o polimerización dual. Entre los primeros, destaca el Corepast® (Denmat), Ti-Core® (EDS) y Cavex Clearfil Core® (Kuraray); entre los composites de polimerización dual, destaca el Bis-Core® (Bisco).

El módulo de elasticidad de los composites híbridos, que oscila entre 13,8-2,4 GPa, nunca superará al módulo de elasticidad de la dentina (18 GPa); por tanto la reconstrucción con composite híbrido no será un factor de riesgo para la fractura del diente.

Como matriz, pueden utilizarse preformas de polycarbonato, automatrices transparentes o metálicas y aros de cobre.

En las figuras 9 a 21 se presentan dos reconstrucciones de muñones con composites de polimerización dual y autopolimerización.

Si se anticipa que, a través del composite, se transparentará el color negro del poste, éste será embadurnado previamente con un opacificador (por ejemplo, el All-Bond Opaquer®, una resina Bis-GMA de polimerización dual o el Cavex Clearfil Opaquer®,

to de preparación es mucho más sencillo. El Panavia 21® supone una mejora con respecto a su homólogo, el Panavia Ex®, puesto que incorpora nuevos elementos: una jeringa para dosificar la mezcla (tipo pasta-pasta), el ácido fosfórico y el primer.

El cemento de resina se aplicará sobre la superficie del poste, es decir, embadurnándolo; no se debe introducir cemento en el interior del conducto radicular, pues podría polimerizar en su interior antes de que se colocara el poste.

El material más adecuado para reconstruir el muñón cuando se utiliza el Composipost® es el com-

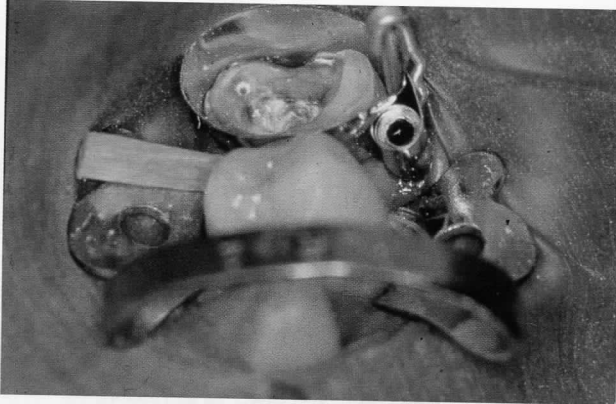


Figura 10. Caso clínico nº 1. Reconstrucción del diente con la ayuda de una automatrix metálica.

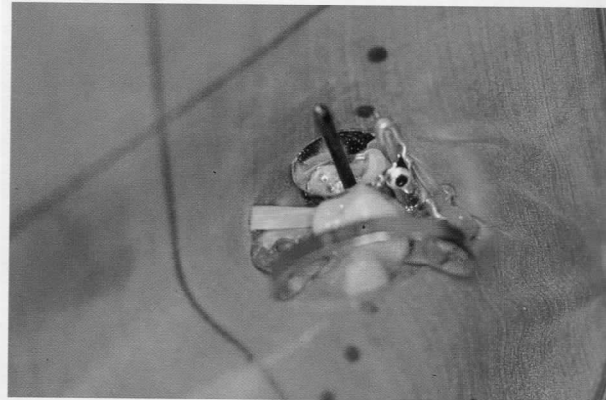


Figura 11. Caso clínico nº 1. Prueba del poste intrarradicular Composipost® en el interior del conducto radicular.

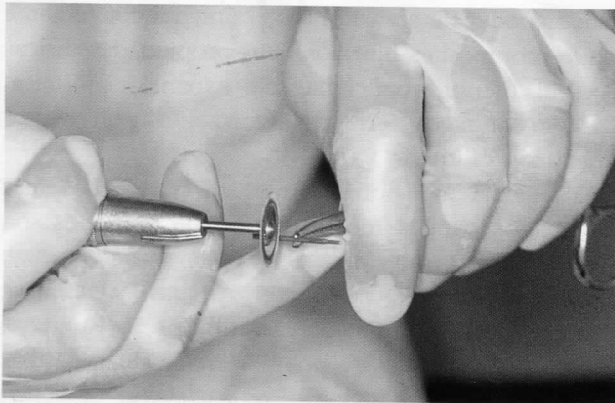


Figura 12. Caso clínico nº 1. Corte del poste intrarradicular Composipost® con disco de diamante, a la longitud deseada.

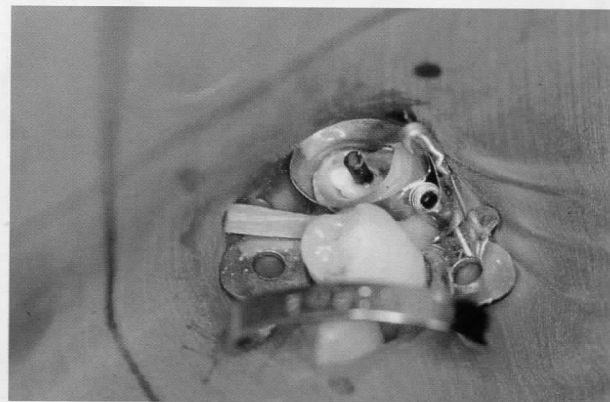


Figura 13. Caso clínico nº 1. Cementación del poste intrarradicular Composipost® en el interior del conducto radicular con cemento de resina All-Bond C&B Luting Composite®.

una resina composite de fotopolimerización). Si el muñón debe coronarse posteriormente, este detalle no tendrá relevancia estética.

Para la reconstrucción del muñón se pueden utilizar otros materiales, como el ionómero de vidrio y el Cermet® (ionómero de vidrio con plata) y, efectivamente, se diseñó un Composipost® con retenciones especiales (estrías) en su superficie para la reconstrucción con ionómero de vidrio, aunque su difusión ha sido muy limitada. El ionómero de vidrio o el Cermet® carecen de interés como materiales de

reconstrucción de muñones; sus características mecánicas y físicas son inferiores a las del composite y a las de la amalgama de plata.

Sin embargo, la reconstrucción del muñón con amalgama adhesiva y Composipost® puede entrañar un cierto interés. Aunque el poste intrarradicular Composipost® se ideó inicialmente para ser usado con reconstrucciones de composite, también se puede usar con amalgama adhesiva. Sin embargo, la posibilidad de reconstruir el diente con postes intrarradiculares Composipost® y amalgama adhesiva quizá no



Figura 14. Caso clínico n° 1. Reconstrucción del diente con composite de polimerización dual Bis-Core® (Bisco).

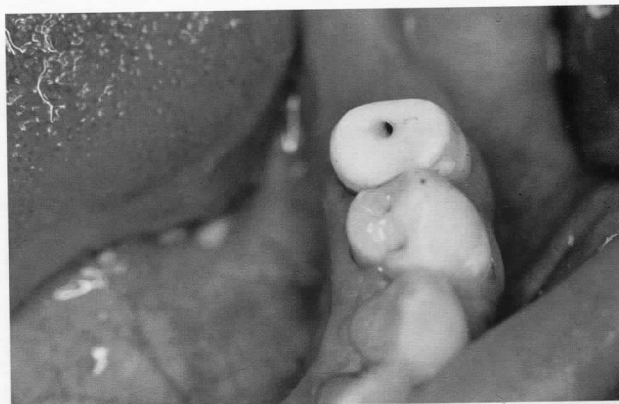


Figura 15. Caso clínico n° 1. Reconstrucción terminada del premolar inferior izquierdo (diente 35) con composite de polimerización dual Bis-Core® (Bisco). Se aprecia el color negro del poste intrarradical Composipost®; en este paciente, dicho detalle carecía de importancia pues el diente fue recubierto posteriormente con una corona.

encaje bien con la idea original de Duret y cols.^(7,8), que sostenían que los materiales de reconstrucción del diente debían ser homogéneos recíprocamente.

Para poder afirmar que las reconstrucciones basadas en postes de composite reforzado con fibras de carbono y amalgama adhesiva presentan ventajas mecánicas evidentes sobre otros tipos de reconstrucciones es preciso efectuar más estudios.

El módulo de elasticidad de la amalgama (21 GPa) es muy similar al del Composipost® cuando se aplican fuerzas en un ángulo de 20-30° con respecto al eje longitudinal del poste y ligeramente superior al módulo de elasticidad de la dentina (18 GPa).

El procedimiento de aplicación de la amalgama adhesiva es el siguiente: después de la cementación del poste en el interior del conducto radicular, se aplicará el primer sobre la dentina radicular y sobre la superficie del Composipost®, siguiendo las instrucciones de cada fabricante. Seguidamente, si se utiliza el Panavia 21, se aplica el cemento sobre el poste y la superficie radicular y se continua condensando la amalgama siguiendo las normas requeridas para las amalgamas adhesivas. Finalmente, después de modelar la amalgama, se embadurnarán los márgenes con el Oxiguard®. Después de fraguada la amalgama, se procede al tallado y pulido. En cambio, si se utiliza el Sistema Universal All-Bond 2®, se aplicará en primer lugar una fina capa de Dentin-Enamel Bonding

Resin® y Pre-Bond Resin® sobre el Composipost® y la superficie radicular; se condensará la amalgama y, después de haber fraguado bien, se procederá al tallado y pulido.

El propósito de este trabajo, además de la descripción de las propiedades y la forma de utilización clínica del poste intrarradical Composipost® para la reconstrucción de dientes endodonciados, ha sido el análisis al microscopio electrónico de barrido (MEB) del Composipost® cementado en el interior del conducto radicular de un diente, así como el estudio mecánico para determinar la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad en compresión o módulo de Young del poste intrarradical Composipost®.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Estudio al microscopio electrónico de barrido (MEB)

Se seleccionó un diente unirradicular de extracción reciente que no presentaba caries, fractura ni otro tipo de lesión macroscópica y se almacenó en



Figura 16. Caso clínico nº 1. Radiografía postoperatoria del premolar inferior izquierdo (diente 35) después de la reconstrucción. Nótese que el poste intrarradicular Composipost® no es radiopaco, por el contrario, el cemento sí lo es.

una solución de suero salino fisiológico y digluconato de clorhexidina al 5%, a una temperatura constante de 37°C. El diente fue seccionado con un disco de diamante a nivel del cuello anatómico, para separar la porción coronaria de la radicular, mediante una máquina de corte Isomet a velocidad muy lenta. Se refrigeró con agua. La porción radicular fue incluida en un bloque de resina poliéster (autopolimerizable y transparente) a la que se dio forma de cubo. Se aceleró la polimerización con un catalizador. El curado de la resina se realizó en el interior de una estufa.

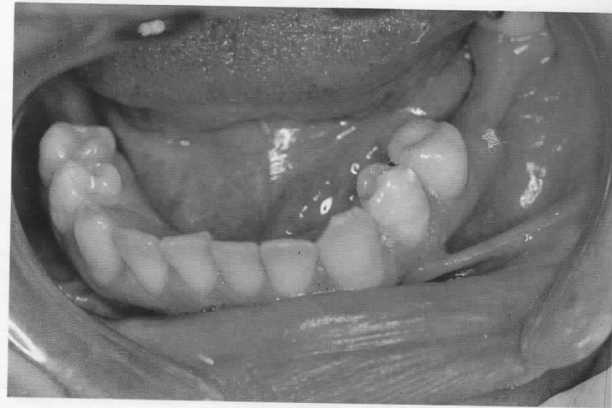


Figura 17. Caso clínico nº 1. Corona de metal-cerámica sobre reconstrucción de composite de polimerización dual Bis-Core® (Bisco).

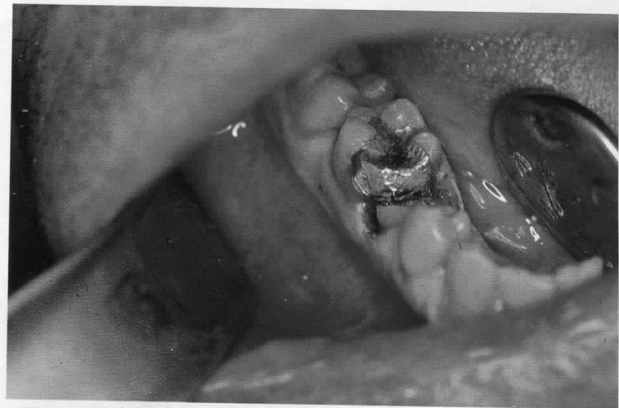


Figura 18. Caso clínico nº 2. Premolar inferior derecho (diente 45) después de ser endodonciado y antes de ser reconstruido.

El diente incluido se desbastó con papel de esmeril Buehler 1000 y se pasó a los paños de pulido para obtener una muestra especular; de esta forma, se evitaron artefactos que pudieran interferir con la observación al microscopio electrónico de barrido. Para el pulido, se utilizaron paños de terciopelo y suspensiones de alúmina de 1 µm; después del lavado con agua, alcohol metílico y acetona, se pulió de nuevo el diente con paños de 0,1 µm. Esta operación garantizó una imagen especular de la sección transversal del diente.

Se usó el poste intrarradicular Composipost® de



Figura 19. Caso clínico nº 2. Poste intrarradicular Compositpost® embadurnado con cemento de resina (All-Bond C&B Luting Composite®) a punto de ser introducido en el conducto radicular.

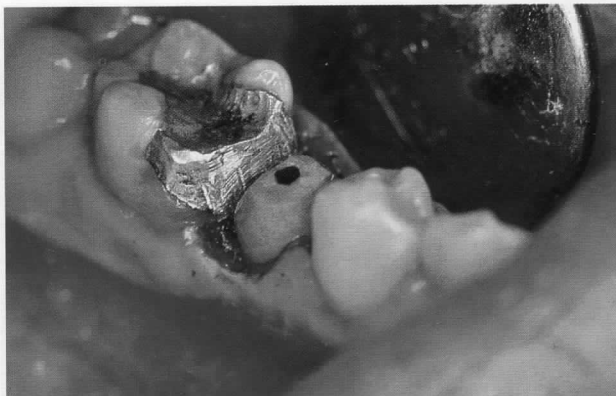


Figura 20. Caso clínico nº 2. Reconstrucción del premolar con composite de autopolimerización Ti-Core® (EDS), ya terminada y preparada para ser recubierta con una corona de metal-cerámica.

mayor tamaño (diámetro, 2,1-1,4 mm) y no se practicó tratamiento endodóntico alguno, para simplificar el estudio.

Se preparó el conducto radicular con taladros de Peeso (nº 2 y 3) hasta la mitad del conducto radicular y se continuó con los mismos taladros del kit comercializado (como se ha descrito en la utilización clínica).

Seguidamente, se grabó y preparó el conducto radicular con el sistema All-Bond 2® y se cementó el poste con el cemento de resina de la misma marca (cemento All-Bond C&B Luting Composite®).

Se cortó el poste con un disco de diamante, a la misma altura a la que se había cortado el diente, es decir, a nivel del cuello anatómico.

Para el análisis al microscopio electrónico de barrido, se pulió nuevamente la superficie del diente a la altura del corte y se metalizó la muestra para mejorar la visibilidad al microscopio electrónico de barrido.

2. Estudios mecánicos de compresión

Para los estudios mecánicos de compresión, que consistieron en la determinación de la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad en compresión (módulo de Young), se utilizaron los postes de mayor diámetro (2,1-1,4 mm) y una máquina Instron. Se sec-

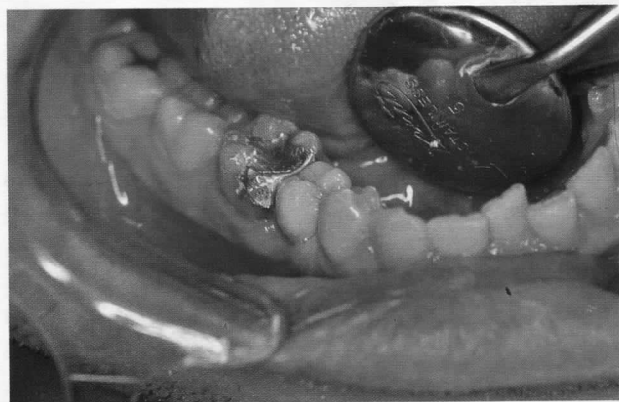


Figura 21. Caso clínico nº 2. Corona de metal-cerámica sobre reconstrucción de composite Ti-Core® (EDS) y poste intrarradicular Compositpost®, en premolar inferior derecho (diente 45).

cionó el poste a nivel de la región en que éste pasa de la forma cilíndrica a la cónica, para que la sección o diámetro fuera constante, es decir de 2,1 mm.; la longitud resultante del poste, después de ser seccionado, fue de 17,5 mm. (22mm.-4,5mm.). Para los ensayos, se utilizó una rótula de alineamiento con el fin de que las caras de las muestras de los postes se mantuvieran totalmente paralelas; la velocidad de desplazamiento de las mordazas fue de 1 mm por minuto y la velocidad de adquisición de datos fue de 5 puntos por segundo.

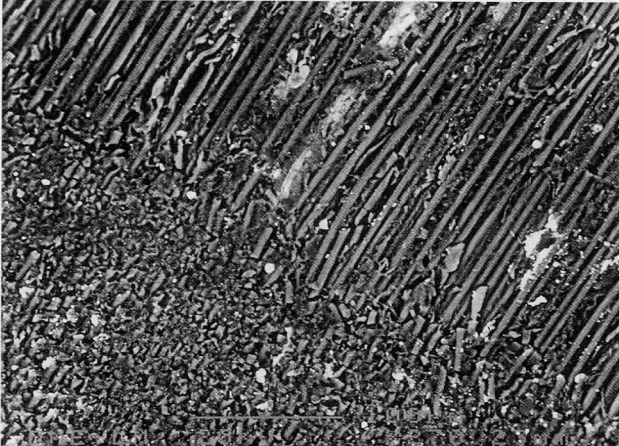


Figura 22. Poste intrarradicular Compositpost® observado al microscopio electrónico de barrido ($\times 270$). Se observa la disposición longitudinal de las fibras (arriba, derecha); corte transversal de las fibras (abajo, izquierda).

RESULTADOS

El estudio del Compositpost® al microscopio electrónico de barrido permitió efectuar las siguientes observaciones: la observación del poste entero, sin romper (Figs. 22 y 23) demostró la estructura interna del poste intrarradicular Compositpost® basada en la disposición longitudinal de las fibras, orientadas en una sola dirección y paralelas entre sí; la unión entre las fibras, cohesionadas mediante resina epóxida, era sólida. Dicha disposición tiene una importancia capital para conferir al material sus propiedades mecánicas.

La observación del poste intrarradicular al microscopio electrónico de barrido después de provocar la rotura del mismo (Figs. 24 a 26) mediante la aplicación de fuerzas de tracción demostró un promedio de dos fibras o filamentos por $10 \mu\text{m}^2$, así como la presencia de poros entre las fibras cuyo diámetro medio aproximado fue de $5 \mu\text{m}$.

La superficie macroscópica del poste intrarradicular Compositpost® es lisa; microscópicamente, la superficie ofrece unas microrrugosidades de $5-15 \mu\text{m}$ entre las fibras, lo que le confiere retención micro-mecánica.

Reconstrucción de dientes endodonciados mediante postes intrarradiculares de fibras de carbono con matriz epóxida (Compositpost®)

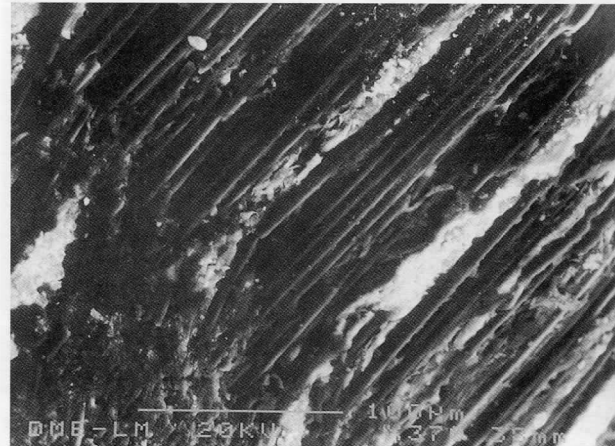


Figura 23. Poste intrarradicular Compositpost® observado al microscopio electrónico de barrido ($\times 370$). Se observa la disposición longitudinal de las fibras, inmersas en la resina epóxida.

Se confirmó la solidez de la unión entre el cemento, el diente y el poste (Figs. 27 a 29).

En la figura 27 se puede observar el diámetro del poste, que se midió sobre las microfotografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido, puesto que éste posee referencias micrométricas de medida. Asimismo, se determinó el centro de la sección transversal del poste. La medición del diámetro osciló según la posición tomada, desde un valor mínimo de $1,957 \text{ mm}$ del diámetro del poste (137 mm medidos sobre la microfotografía) a un valor máximo de $2,071 \text{ mm}$ (145 mm medidos sobre la microfotografía); por tanto, el valor promedio fue de $2,014 \text{ mm}$ (141 mm medidos sobre la microfotografía).

En la figura 30 se presenta el mapa de la distribución de elementos químicos (Mapping) del cemento All-Bond C&B Luting Composite® adherido al diente y al poste. Los elementos detectados fueron silicio, bario (por ello, dicho cemento es radioopaco) y calcio.

En la tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos de compresión y en la Figura 31 se muestra la representación gráfica de la relación tensión-deformación. La carga máxima de compresión fue de $115,3 \text{ MPa}$, con una deformación de un 8%. El módu-

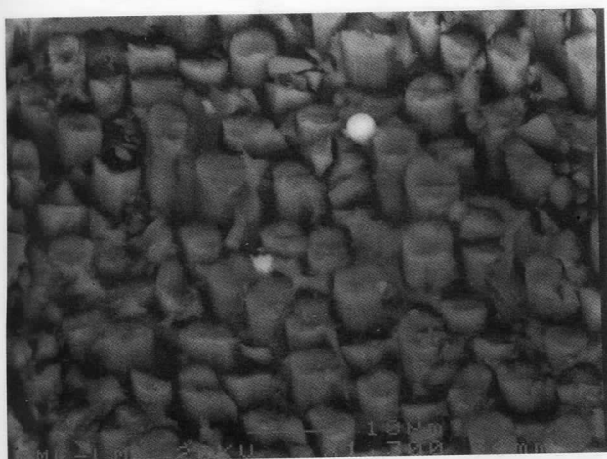


Figura 24. Poste intrarradicular Compositpost® observado al microscopio electrónico de barrido (x 1.300), después de provocar la rotura del poste. Entre las fibras se observan algunos poros cuyo tamaño aproximado es de 5 μ m.

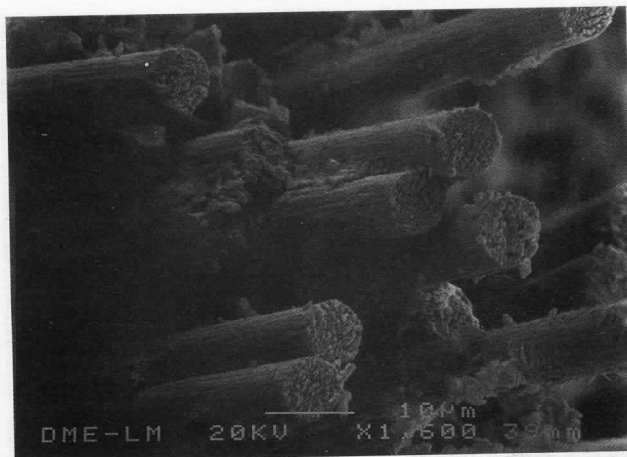


Figura 25. Poste intrarradicular Compositpost® observado al microscopio electrónico de barrido (x 1.600), después de provocar la rotura del poste. Aspecto de las fibras de carbono; algunas fibras se han roto.

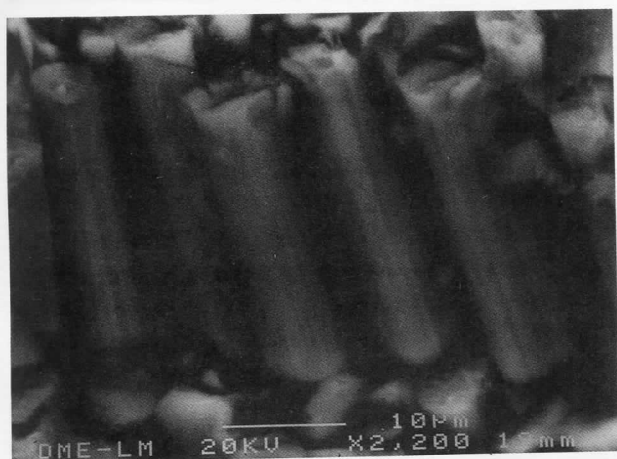


Figura 26. Poste intrarradicular Compositpost® observado al microscopio electrónico de barrido (X 2.200), después de provocar la rotura del poste. Se observan los espacios interfibrilares rellenos de resina epóxido.

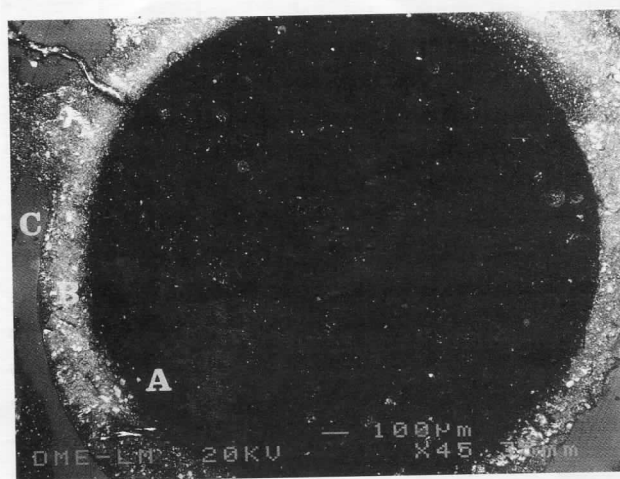


Figura 27. Microfotografía de un poste intrarradicular Compositpost® cementado en el interior de un conducto radicular (corte transversal) (x 45). Se observa el poste (A), el cemento (B) y la dentina (C). Artefacto (bilo) en la parte superior-izquierda.

lo de elasticidad en compresión fue de 606,3 GPa, lo que denota lo adecuado de la rigidez del material.

DISCUSIÓN

La disposición longitudinal de las fibras, orienta-

das en una sola dirección y paralelas entre sí, cohesionadas e inmersas en la matriz de resina epóxido es el hecho fundamental que confiere al material sus propiedades mecánicas. Durante el proceso de fabricación de los postes intrarradiculares Compositpost®, las fibras se tensan todas ellas por un igual (fibras equitensas). Posteriormente, se inyecta la matriz de

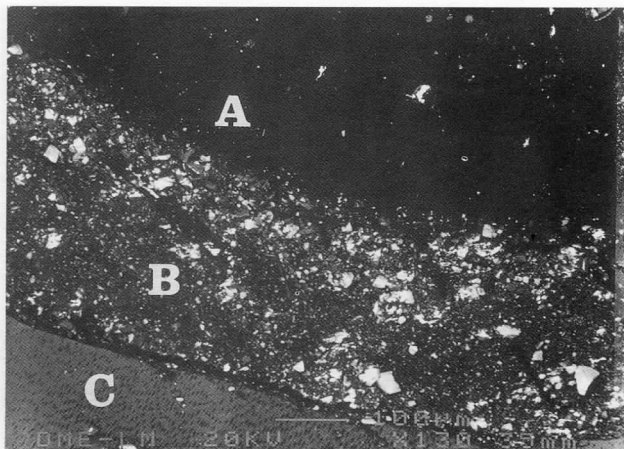


Figura 28. Microfotografía de un poste intrarradicular Compositpost® cementado en el interior de un conducto radicular (x 130). Se observa el poste (A), el cemento (B) y la dentina (C).

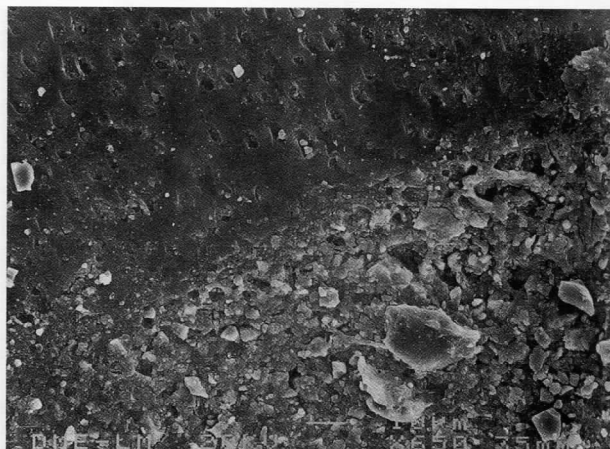


Figura 29. Microfotografía de un poste intrarradicular Compositpost® cementado en el interior de un conducto radicular (x 650). Se observa la perfecta unión del cemento de resina (abajo) a la dentina (arriba).

resina, que debe rellenar el espacio entre ellas y cohesionarlas entre sí. Finalmente, el poste debe mecanizarse para que adopte la forma externa final. Es improbable que la presencia de poros entre las fibras altere las propiedades mecánicas del material.

El valor promedio del diámetro del poste fue de 2,014 mm (141 mm medidos sobre la microfotografía) (límites, 1,957 [137]-2,071 [145] mm), una cifra similar al valor 2,1 mm, publicado por la Sociedad RTD (Recherches Techniques Dentaires). Dicha diferencia podría indicar que la sección del poste no es perfectamente regular o que el poste sufre un achatamiento cuando se cementa en el interior del conducto radicular.

Se ha demostrado que la resistencia máxima a la compresión fue de 115,3 MPa, inferior al valor de la resistencia máxima a compresión publicado por la Sociedad RTD (Recherches Techniques Dentaires) (440 MPa). La explicación de esta diferencia reside en que los ensayos de compresión realizados con las fibras de carbono, no son comparables con los resultados de la sociedad RTD debido a la diferente geometría de las muestras ensayadas: En nuestro ensayo la muestra medía 2,1 mm. de diámetro y 17,5 mm. de longitud, mientras que en el caso del estudio de la sociedad RTD la muestra medía 4 mm. de diámetro

y 6 mm. de longitud (es decir que mientras nuestros estudios de compresión se realizaron directamente sobre los postes Compositpost®, en el caso de la sociedad RTD se efectuaron sobre muestras de fibras de carbono de geometría distinta a la de los postes). La velocidad de desplazamiento de las mordazas fue de 1 mm. por min. en ambos estudios.

Por otra parte, el módulo de elasticidad en compresión (módulo de Young) cuando se aplicó la fuerza en el mismo sentido de las fibras, fue de 606,3 GPa; esta cifra es muy superior a la dada por la Sociedad RTD (Recherches Techniques Dentaires), de 90 GPa. Esta diferencia se explica porque en el estudio realizado por la sociedad RTD, el módulo de elasticidad se halló aplicando fuerzas de tracción y se usaron muestras de unos 30 mm. de longitud, de sección o diámetro constante, y no los postes Compositpost (puesto que la insuficiente longitud de éstos dificultaba el estudio de tracción). Es bien sabido que el módulo de elasticidad en compresión es generalmente mayor que los módulos de elasticidad de tracción, flexión, torsión o cizalladura. Por tanto, el valor obtenido por compresión tampoco no se puede comparar con el de la Sociedad RTD (Recherches Techniques Dentaires) obtenido por tracción.

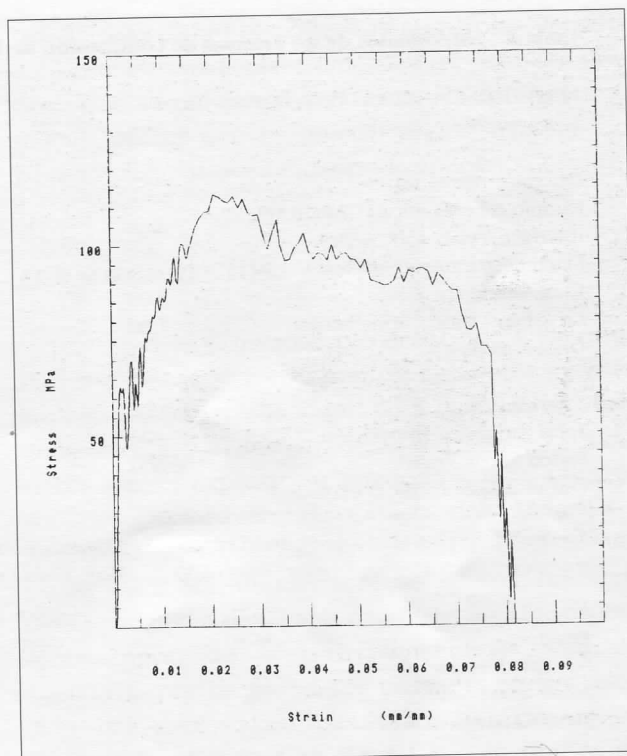
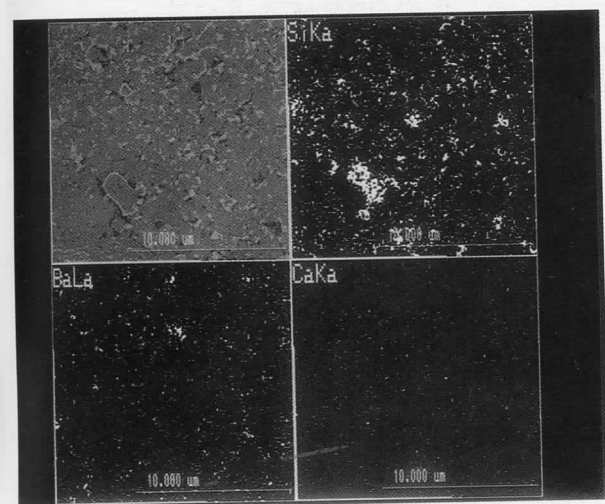


Figura 31. Representación gráfica de la relación tensión-deformación de los postes intrarradiculares Compositpost®.

Figura 30. Mapa de distribución de los elementos químicos del cemento All-Bond C&B Luting Composite® adherido al diente y al poste.

Las diferentes caídas de tensión, puestas de manifiesto en la figura 31, demuestran que la rotura de las fibras de carbono es progresiva y secuencial, hasta que las fibras que no se habían roto en un principio, son incapaces de soportar la carga mecánica, fracturándose por completo.

El módulo de elasticidad es la característica más importante del Compositpost® y la que lo diferencia de los típicos postes metálicos. El módulo de elasticidad se define como la relación o cociente entre la tensión y la deformación en el régimen elástico del material. El ideal de una reconstrucción protésica sobre muñón artificial es que su módulo de elasticidad sea lo más parecido al diente sano para conseguir una óptima transferencia de cargas mecánicas. En relación a ello, se pueden producir tres situaciones distintas: primera, en el caso de un diente sano no existe peligro de fractura radicular; segunda, en el caso de una reconstrucción protésica sobre muñón artificial con módulo de elasticidad bajo, de valor igual o inferior al de la dentina, tampoco existe peligro de fractura radi-

cular, porque las fuerzas de oclusión se transmiten al diente de forma tal que son adecuadamente absorbidas por éste y tercera, en el caso de una reconstrucción protésica sobre muñón artificial con módulo de elasticidad alto, de valor superior al de la dentina, existe peligro de fractura radicular, porque las fuerzas de oclusión se transmiten al diente de forma tal que no son adecuadamente absorbidas por éste.

El módulo de elasticidad mide la rigidez de un material. En el caso del Compositpost®, el módulo de elasticidad es variable en función del ángulo de aplicación de fuerzas. Si la presión aplicada es perpendicular a la dirección de las fibras, el módulo de elasticidad es de 8 GPa; si la presión se aplica en un ángulo de 20° con respecto a la dirección de las fibras (eje axial de las fibras), el módulo de elasticidad es de 34 GPa; si la presión se aplica en un ángulo de 0° con respecto a la dirección de las fibras, es

Tabla 1 Resultados de los ensayos de compresión de los postes Composipost

Propiedades mecánicas de cementos óseos					
Test type: Compresión		Instron Corporation			
Operator name: eq		Series IX Automated materials testing system 1.04			
Sample Identification: CARGRAFI		Test Date: 02 dec. 1994			
Interface Type: 4500 series		Sample type: ASTM			
Machine parameters of test:					
Sample rate (pts/sec):	5.00	Humidity (%):	50		
Crosshead speed (mm/min):	1.00	Temperature (deg. C):	20		
Dimensions:		Spec. 1			
Diameter (mm)	2.0000				
Spec gauge len (mm)	17.000				
Platen Separ. (mm)	100.000				
Out of 1 specimens, 0 excluded					
<i>Specimen number</i>	<i>Load at max. load (KN)</i>	<i>Displacement at Max. Load (mm)</i>	<i>Stress at Maximum (MPa)</i>	<i>Energy at 50% strain (J)</i>	<i>Modulus (AutYoung) (MPa)</i>
1	.3621	.3608	115.3	—	60630.
Mean:	.3621	.3608	115.3	—	60630.
Standar desviation:	—	—	—	—	—
Mean-2.00+ Sdv:	—	—	—	—	—
Mean+2.00+ Sdv:	—	—	—	—	—

decir, que se aplica en la misma dirección, el módulo de elasticidad es de 90 GPa.

Las fuerzas de masticación que pueden producir con más frecuencia la fractura de la raíz dental son las fuerzas transversales que coinciden aproximadamente con un ángulo de 20-30°. En esta angulación, el módulo de elasticidad del Composipost® (valor de 21 GPa) tiene un valor muy parecido al de la dentina (valor de 18 GPa). Esta característica distingue claramente al poste intrarradicular Composipost® de los postes metálicos, que tienen un módulo de elasticidad muy superior a la dentina e invariable con respecto al ángulo de aplicación de fuerzas, con lo que pueden facilitar la fractura de la raíz. El módulo de elasticidad en compresión de los postes intrarradiculares Composipost® (606,3 GPa) denota, por tanto, lo adecuado de la rigidez del material.

Por tanto, se puede afirmar que la utilización de los postes intrarradiculares de fibras de carbono Composipost® en la práctica odontoestomatológica

ofrece numerosas ventajas que superan ampliamente los posibles inconvenientes. Por ello, es predecible que su aplicación clínica sea cada vez más amplia.

Dichas ventajas se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. La reconstrucción de dientes endodonciados con el poste intrarradicular Composipost® permite una mejor distribución de las presiones soportadas por el diente, así como una superior armonía entre diente y material de reconstrucción, formando una unidad homogénea muy parecida al diente sano original.
2. Con el poste intrarradicular Composipost® se previenen las fracturas radiculares, una complicación relativamente frecuente cuando se aplican postes metálicos y que supone en numerosas ocasiones la pérdida del diente.
3. Se consigue una ausencia de reacciones canaliculares, al mismo tiempo que se suprime la presencia de metales y de potenciales eléctricos.

4. Se recupera la posibilidad de recanalizar el diente, en los casos en que ello sea preciso.
5. Es posible la introducción del poste intrarradicular Composipost® en dientes que presenten un espacio limitado, una situación que se presenta con frecuencia en dientes con una abertura de la cámara pequeña, gracias al hecho de carecer de cabeza.

Por tanto, con la utilización del poste intrarradicular Composipost® se evita la mayoría de inconvenientes de los postes metálicos, a saber, las fracturas de las raíces, la imposibilidad o dificultad de extracción del poste en caso necesario, el despegamiento del poste por una adhesión inadecuada, la corrosión del metal y otros.

Los dos únicos inconvenientes relativos que presenta la utilización clínica de los postes intrarradiculares Composipost® son la falta de radioopacidad, que puede soslayarse parcialmente utilizando un cemento radioopaco y la posibilidad de transparencia a través del composite. Sin embargo, el primer inconveniente podría considerarse una ventaja, puesto que su radiolucencia permitiría observar sin interferencias las paredes del conducto radicular y la estructura dentaria residual. En cuanto a la transparencia del color negro del poste a través del composite, se puede superar mediante la aplicación de un

opacificador sobre el poste. Las numerosas ventajas del poste intrarradicular Composipost® permiten predecir que su utilización será cada vez más extensa, motivo por el que es preciso seguir investigando para ampliar sus posibilidades de aplicación clínica.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios al microscopio de barrido y los estudios mecánicos se efectuaron en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Catalunya.

Los autores expresan su agradecimiento al catedrático del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica, Profesor Dr. J.A. Planell Estany y a la Sra. Montserrat Marsal i Astort, miembro del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica, de la Universidad Politécnica de Catalunya, por las facilidades prestadas en la utilización del microscopio electrónico de barrido; al Profesor Dr. Cosme Gay Escoda y a la Dra. Marta Pulido Mestre, por la revisión del manuscrito y a los Laboratorios Inibsa, por la cesión de los postes intrarradiculares Composipost®.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moyon B, Comtet JJ. *Le point sur les matériaux carbonés en chirurgie orthopédique*. Lyon, France: Cong G.O.C.; 1980.
2. Hobkirk JA. The response of bone to carbon fibre reinforced carbon implants. En: *Clinical applications of biomaterials*. Chichester: Wiley J & Sons Ltd.; 1982:109.
3. Malquarti G, Berruet RG, Bois D. Prosthetic use of carbon fiber-reinforced epoxy resin for esthetic crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1990;63:251-7.
4. Lovell MJ. The bond between CFRC and restorative materials. M. Sc. Tesis. University of London; 1983.
5. King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. *J Oral Rehab* 1990;17:599-609.
6. Mc Donald AV, King PA, Setchell J. An in vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. *International Endodontic Journal* 1990;23:304-12.
7. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstruction corono-radicaire: Le Composipost (1). *Le Chir-Dent de France* 1990;540:131-41.
8. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstruction corono-radicaire: Le Composipost (2). *Le Chir-Dent de France* 1990;542:69-77.
9. Rovatti L, Mason P N, Dallari A. Sistema Composipost (I). *A D* 1992;14(6).
10. Dallari A, Mason P N, Rovatti L. Sistema Composipost (II). *A D* 1992;15(6).
11. Rovatti L, Mason PN, Dallari A. Sistema composipost. Técnica de utilización clínica. *A D* 1992;15.
12. Rovatti L, Mason P N, Dallari A. *Valoración experimental del sistema Composipost*. *El Dentista Moderno* 1993;6.
13. Casanellas JM. *Composipost. Nuevo concepto en la reconstrucción de dientes endodonciados*. SEPES XXIV Reunión de la Sociedad Española de Prótesis Estomatológica; 1994; León.
14. Casanellas J M. *El concepto Composipost. Aplicación clínica de las espigas de fibras de carbono en la práctica diaria*. SEOC III Congreso de la Sociedad Española de Odontología Conservadora; 1994; Granada.