

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE POSTES DE BASE ORGÁNICA REFORZADOS CON FIBRAS (PBORF)

*Dr. Bertoldi Hepburn, Alejandro

* Profesor de la Carrera de Especialización en Rehabilitación Oral. Facultad de Odontología. Universidad del Desarrollo. Concepción, Chile. / Docente Autorizado de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN Los postes de base orgánica reforzados con fibras son protagonistas en la rehabilitación posendodóntica contemporánea. Sin embargo, en la actualidad coexisten en el mercado postes que ofrecen características físicas y ópticas muy diferentes y que pueden generar distintos pronósticos en la rehabilitación.

Este artículo presenta los criterios más importantes para seleccionar PBORF que ofrezcan adecuados rendimientos físicos, estéticos y que impliquen una técnica clínica con mayor seguridad para el proceso de rehabilitación.

Palabras clave

Postes radiculares de base orgánica reforzados con fibras, propiedades físicas, resistencia a la flexión, resistencia a la fatiga, translucidez, radiopacidad, conducción lumínica, fijación adhesiva, fijación convencional.

ABSTRACT Fibre reinforced posts have become protagonist in the contemporary post endodontic rehabilitation. However, currently coexist in the aftermarket offering very different physical and optical characteristics that can lead to different predictions for the rehabilitation.

This article presents the most important criteria for selecting suitable performance PBORF offering physical, aesthetic and clinical technique that represent a greater security for the rehabilitation process.

At the same time, this article will also underlie the differences between those commercial developments.

Key words

Endodontic fibre posts, physical properties, flexural resistance, fatigue resistance, translucency, light transmission, radiopacity, adhesive bonding, conventional cementation.

I- Introducción

Los **anclajes intraradiculares** o pernos cumplen principalmente dos funciones en la rehabilitación coronaria de un diente luego del tratamiento endodóntico (1):

- **Conectar** la porción radicular del diente con la restauración coronaria toda vez que el tejido remanente coronario no pueda hacerlo por si mismo por ser escaso o de poca resistencia.

- **Apuntalar** a manera de un alma rígida a la restauración coronaria y así mejorar su rendimiento mecánico cuando el diente reciba cargas oblicuas no axiales.

Por estas razones, se desprende que será más frecuente la necesidad de insertar anclajes intraradiculares en dientes anteriores y premolares ya que luego del tratamiento endodóntico presentan menor remanente (son

dientes menos voluminosos) y porque en condiciones normales reciben fuerzas no axiales. Por esta última razón también será habitual la necesidad de insertar pernos en molares cuando actúen como pilares de puente.

Los pernos metálicos colados son aún en la actualidad los anclajes intraradiculares más empleados. No obstante, se reconocen en ellos varios aspectos que resultan conflictivos en el proceso de rehabilitación posendodóntica (1):

- Poseen mayor rigidez respecto de los tejidos que los contienen (la raíz dentaria) y por ello no pueden deformarse en forma simultánea con ella. Por esta razón las

* Presentado para su publicación en 05/2012

cargas que reciben desde la corona se concentran en puntos específicos del lecho radicular. Muchas veces éstos coinciden con áreas adelgazadas o debilitadas de la raíz y creándose fisuras y/o fracturas en la misma, situación que irremediablemente lleva a la extracción de la pieza dentaria.

- Se preparan lechos radiculares amplios con importante desgaste de dentina. Lechos más extendidos facilitan varios aspectos técnicos del trabajo clínico (toma de impresiones, la precisión de las mismas, elaboración de pernos provisorios, pruebas etc.) y de laboratorio (encerado, inclusión en revestimiento). Esta situación asociada a la descrita arriba favorece la aparición de colapsos mecánicos de la raíz dentaria.

- Por la necesidad de tomar impresiones, normalmente no se emplea el dique de goma al momento de preparar el lecho en el conducto radicular. Esto favorece la contaminación de un espacio que supuestamente resultó estéril luego del tratamiento endodóntico.

- La preparación del lecho para el perno implica una reducción significativa de la obturación endodóntica y del sellado que ésta genera. El hecho de diferir la inserción del perno por su proceso de fabricación establece un gran riesgo que bacterias y otros irritantes alcancen los tejidos periapicales. Debe considerarse además que el sellado coronario provisorio generado después de la preparación del lecho para el perno suele ser inadecuado; esta situación aumenta el riesgo de contaminar el lecho y el espacio del conducto aún obturado y provocar irritación periapical.

- La remoción de los pernos colados del conducto radicular para permitir un retratamiento endodóntico o por una eventual fractura que exija su reposición, es siempre una tarea compleja y muchas veces de resultado incierto.

- Los pernos metálicos son opacos ya que no permiten el pasaje de luz a través de su estructura. Dicha opacidad se contrapone a la translucidez propia del diente: conseguir resultados ópticos naturales con la restauración coronaria (con la que se busca imitar entre otras cosas la translucidez del diente) será más difícil cuando se trabaje sobre ellos.

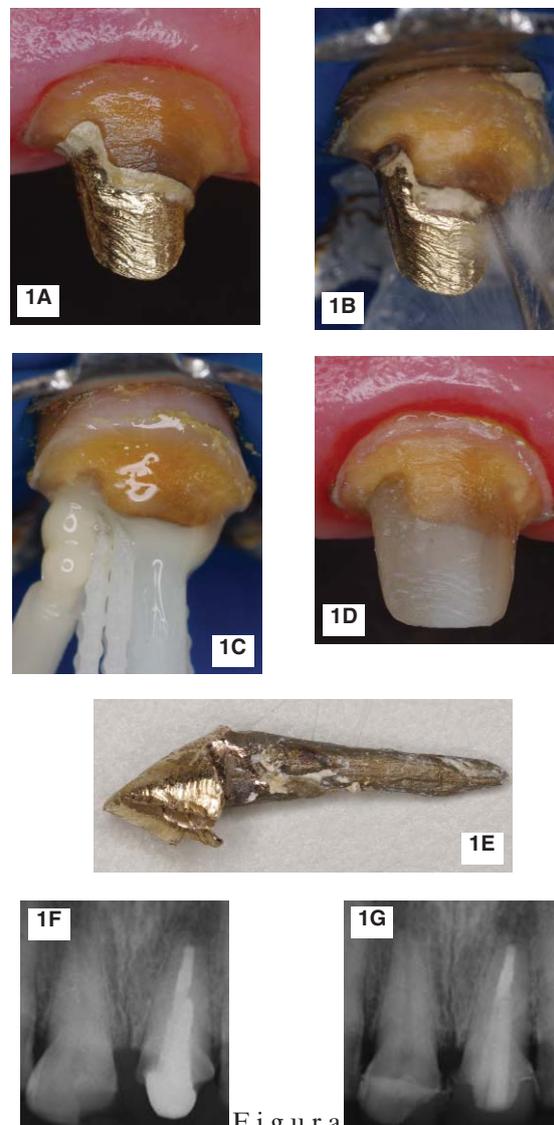
- La oscuridad de muchos pernos metálicos colados (las aleaciones no nobles habitualmente son grisáceas y oscuras) tampoco favorece la obtención de resultados estéticos con la corona. Habitualmente la oscuridad del muñón es bloqueada con una base opaca en la corona; de esta forma otra vez se dificultará imitar la translucidez natural.

- La oscuridad de la aleación del perno puede ser evidente a través del remanente dentario y especialmente

en patrones gingivales finos determinar un área de sombra sobre la encía.

- Las aleaciones no nobles empleadas para la confección de los pernos presentan grados variables de corrosión. Este fenómeno a veces es muy evidente. Se producen de esta forma marcadas decoloraciones de la raíz y de los tejidos coronarios remanentes del muñón que pueden afectar al aspecto óptico de la corona. Asimismo, el tejido impregnado de los productos de corrosión del perno se convierte en más débil mecánicamente y así más propenso a fracturas.

Los pernos metálicos colados presentan evidentes inconvenientes mecánicos, ópticos - estéticos y relativos a su técnica de trabajo clínico (ver figuras 1A a 1G).



Figura

1A a 1G: Reemplazo de un perno metálico colado con corrosión y mala adaptación por pernos de base orgánica reforzados con fibras.

En la figura 1A se observa a un perno metálico colado con avanzado proceso de corrosión. Nótese el cambio de coloración de los tejidos remanentes coronarios y la gruesa capa de cemento que denota mala adaptación del perno.

En la figura 1B se ve el aislamiento del campo con dique de goma y la remoción del perno colado con asistencia de un cavitador por ultrasonido.

Una vez removido el perno se preparó el lecho radicular para los pernos de fibra generando una exhaustiva limpieza de los restos de gutapercha y sellador endodóntico. Para ello, se empleó un microscopio con el que se consigue una adecuada visualización del lecho y garantiza los resultados.

En la figura 1C se ve a los pernos de fibra ya instalados y al material cementante / conformador de muñón recubriéndolos. Se debió emplear un poste principal asociado a accesorios para conseguir la traba mecánica dentro del lecho ampliado por el perno metálico.

La figura 1D exhibe al muñón terminado: desde un primer momento existe una disminución de la oscuridad. Igualmente importante es considerar que el cambio del perno implica detener el proceso de decoloración y asegurar condiciones estables para la nueva corona.

En la figura 1E se observa al perno removido. Nótese la corrosión en el área más coronaria de la parte radicular.

Las figuras 1F y 1G corresponden a las imágenes radiográficas antes y después del tratamiento: la mala adaptación del perno colado es evidente. La inserción del nuevo anclaje intraradicular no significó pérdida adicional de tejido ya que se aprovechó estrictamente el lecho del perno removido.

Sin embargo, a pesar de las mencionadas limitaciones, los **pernos metálicos colados ofrecen ventajas.**

Algunas de estas ventajas tienen gran relevancia clínica (1).

Pueden reconocerse como favorables los siguientes aspectos de la técnica de los pernos muñones metálicos:

- El costo de elaboración es bajo y por ello son de fácil acceso tanto para el dentista como para el paciente.
- La técnica de trabajo es sencilla y bien conocida por el dentista general.
- Se pueden fijar en forma convencional con cementos (fosfato de zinc, ionómeros de vidrio), y así emplear un procedimiento clínico económico, rápido y sin variables complejas.

- Son estructuras individualizadas a su lecho radicular por lo que presentan adaptación íntima a las paredes del mismo. Existe por ello una gran fricción superficial que provee una importante traba mecánica (traba mecánica primaria).

- Normalmente presentan formas irregulares que evitan la tendencia a la rotación dentro del lecho una vez en función. Esta particularidad, asociada a la traba mecánica derivada de su adaptación a las paredes del lecho y extensión en profundidad, les brinda una muy efectiva retención.

- Si bien son estructuras con mayor rigidez que la dentina (factor variable de acuerdo al tipo de aleación), presentan una elevada resistencia a la fractura ante fuerzas de flexión. Aún así, debe considerarse que en los pernos metálicos colados esta particularidad es directamente proporcional a su calibre.

- Presentan alta radiopacidad y son por ello fácilmente identificables en una imagen radiográfica.

Idealmente, los anclajes intraradicales que reemplacen a los pernos metálicos colados para superar sus limitaciones deben conservar las ventajas recién mencionadas sin incorporar inconvenientes propios o, si los presentan, que puedan ser compensados por alguna técnica clínica.

2. Generalidades de los postes radiculares de base orgánica reforzados con fibras.

Los postes de base orgánica reforzados con fibras (PBORF) son anclajes intraradicales preformados que presentan una matriz de resina (base orgánica) que mantiene cohesionadas a fibras (por lo general cerámicas) que actúan como refuerzo estructural.

Tanto la resina matriz como las fibras pueden ser diferentes según se trate de un desarrollo comercial u otro. Las resinas más empleadas a manera de matriz son las epóxicas y los dimetacrilatos. Actualmente también se emplean poliésteres.

Respecto a las fibras, las de carbono fueron las empleadas en un comienzo aunque en la actualidad las más frecuentes son las de cuarzo y vidrio. Recientemente se presentaron postes con fibras de boro y zirconio.

Por varias y diversas razones los PBORF se convirtieron en adecuados reemplazos para los pernos metálicos colados y así en protagonistas de la rehabilitación posendodóntica actual:

- Presentan un comportamiento mecánico más favorable para el diente: su menor módulo de elasticidad (menor rigidez) se asocia a la posibilidad de flexión y

en muchos casos conservando alta resistencia. El comportamiento estructural es sustancialmente más parecido al del diente que el que exhiben los pernos metálicos colados o bien pernos preformados metálicos o cerámicos.

- La flexión conjunta con el diente permite que las cargas se distribuyan en forma homogénea sobre los tejidos de soporte sin crear zonas de concentración de estrés. Se disminuye así la posibilidad de fracturas radiculares (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8). Los tratamientos rehabilitados con PBORF tienen un patrón de fracaso más favorable que habitualmente permite la supervivencia de la pieza. No son frecuentes colapsos mecánicos catastróficos que obliguen a la extracción del diente.

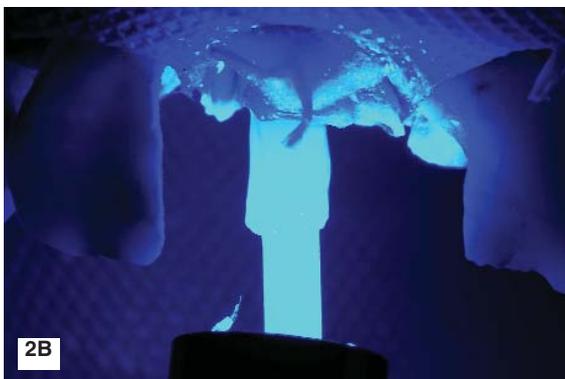


Figura 2A, 2B y 2C: Postes de base orgánica reforzados con fibras.

En la figura 2A se observa a un PBORF en fase de prueba antes de su fijación en el conducto palatino de un molar superior que actuará como pilar de puente.

La figura 2B muestra a un PBORF guiando la luz para la fotoactivación de la polimerización del adhesivo y medio cementante resinoso empleados durante su fijación adhesiva.

En la figura 2C se observa a otro PRORF luego de haber sido cementado en forma convencional no adhesiva con un cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (Meron Plus, VOCO GmbH).

Los PBORF que se observan en figura 2A y 2B son DT Light Post (RTD); el exhibido en la figura 2C es Macro-Lock (RTD).

- Tienen el potencial de conseguir adhesión e integración física a materiales de base resinosa y a través de ellos hacerlo sobre el remanente dentario, situación que permitiría conseguir ventajas adicionales. Pueden formar una restauración integrada físicamente a manera de monobloque con el muñón y los tejidos remanentes y así, supuestamente, mejorar algunos aspectos de su comportamiento mecánico, la retención dentro del conducto, y colaborar con el sellado radicular favoreciendo la respuesta de los tejidos periapicales (8) (9). No obstante, en la actualidad se reconoce que estas particularidades están reguladas por muchas variables de las cuales algunas son complejas y poco entendidas y controlables por el operador.

- Muchos PBORF pueden transmitir la luz y mejorar el aspecto óptico del muñón y de la corona si ésta fuese de base translúcida o semitranslúcida. Las restauraciones resultan así más naturales desde el punto de vista óptico y estético.

- No presentan corrosión lo que evita disminuir la resistencia física del poste y/o de la raíz. También se evitan decoloraciones producidas por la corrosión sobre el tejido dentario que afectan ópticamente a las restauraciones de base translúcida / semitranslúcida y en algunos casos también a la encía.

- Tienen la posibilidad de ser removidos por desgaste y así, si fuese necesario, reaccionar al conducto radicular.

2.1 Criterios para la selección de PBORF - Propiedades físicas

Son varias las propiedades que se estudian y que sirven para evaluar y comparar el rendimiento clínico de los PBORF. Las más importantes se analizan a continuación.

Módulo de elasticidad

Al analizar el comportamiento de un cuerpo frente a distintas tensiones (fuerzas expresadas en relación a una superficie), el módulo elástico (o de Young) es el punto máximo donde las tensiones generan deformaciones en forma proporcional respondiendo a la ley de Hooke. Mientras se mantenga la proporcionalidad entre la tensión y la deformación, una vez que cesa la tensión, el cuerpo recuperará su forma original.

El módulo elástico indica la elasticidad de un cuerpo, vale decir, las tensiones que es capaz de soportar sin presentar una deformación plástica o permanente.

En el caso de los postes radiculares, el módulo elástico indica la facilidad con se deformarán ante fuerzas de flexión. Un poste más elástico con menor módulo de elasticidad se deformará más; uno más rígido con mayor módulo, menos.

Se considera que la deformación elástica o elasticidad del poste debe corresponderse con aquella de la dentina y de la raíz que lo contiene de forma tal de no generar zonas de concentración de fuerzas cuando el poste entre en función y se exponga a las fuerzas oclusales. De esta forma existirá una deformación simultánea entre ambas estructuras y una distribución de las fuerzas más uniforme a lo largo de la longitud radicular. Así se protege estructuralmente la raíz.

El módulo elástico de la dentina es muy variable según su microestructura (densidad, dirección y dimensión de túbulos, etc.). Acorde a trabajos de Sim et al (10) se corresponde con 15.1 ± 2.1 GPa (1 GPa = 1000 MPa) aunque otros trabajos indican valores superiores alcanzando 17.5 ± 3.8 Gpa (11).

Un aspecto particular de los PBORF es que son estructuras anisotrópicas. Esto implica que su módulo de elasticidad varía según la dirección las cargas que les son aplicadas. Y así, cuánto más perpendicular a su eje mayor incidan las cargas su comportamiento elástico es más similar a la dentina protegiendo más eficientemente al diente frente a las fuerzas de flexión.

En cambio, los pernos metálicos o cerámicos son estructuras isotrópicas; su módulo de elasticidad es el mismo frente a cargas aplicadas desde distintas direcciones determinando con su rigidez poca deformación (y disipación) de las fuerzas flexurales, y de esta forma favorecen su concentración en áreas puntuales ocasionando los ya analizados riesgos mecánicos para la raíz (12).

Resistencia a la fractura

Esta propiedad indica la tolerancia de un cuerpo a las tensiones que lo deforman hasta llegar a la fractura. O sea, la resistencia es la tensión máxima que dicho cuerpo puede soportar.

En el caso de los postes, siendo las de flexión las fuerzas más estudiadas y que más los exigen mecánicamente hasta fracturarlos, habitualmente se hace referencia a la resistencia a la flexión.

Es importante notar que si bien el módulo de elasticidad es una constante, la resistencia a la flexión de un poste puede variar por factores relativos a su configuración (por ejemplo, formas generales o grado de conicidad) pero especialmente lo hará por su diámetro.

Es de notar que los desarrollos de PBORF más recientes y tecnológicamente avanzados han conseguido una elevada resistencia a la flexión, que aún siendo inferior a aquella de los pernos metálicos, es sustancialmente más alta que la que presenta la dentina (11).

Clínicamente es deseable contar con un anclaje intraradicular que pueda ofrecer un módulo elástico similar a la dentina pero al mismo tiempo la mayor resistencia a la fractura por flexión posible.

Una alta resistencia física del poste es especialmente necesaria en casos donde sea escaso el remanente de tejidos a nivel coronario ya que son un componente fundamental para el buen comportamiento mecánico de la estructura poste – diente – material de muñón.

Los primeros desarrollos de PBORF ofrecían baja resistencia a la fractura por flexión limitando así sus posibilidades clínicas. Esta particularidad fue sustancialmente mejorada en algunos productos actuales.

Es de notar que estos últimos coexisten en el mercado con muchos de los desarrollo iniciales mecánicamente más débiles. Se crea así un verdadero compromiso para el odontólogo rehabilitador de informarse sobre las propiedades físicas del PBORF y seleccionar los más adecuados (ver figuras 3 y 4).



Figura 3: PBORF de mediocres propiedades físicas. Se observa a ParaPost Fiber White (Coltène / Whaledent). Nótese la banda de goma que identifica su calibre, el aspecto óptico blanco opaco que denota una

mala conducción de luz, y sus formas generales. La porción radicular es cilíndrica - paralela con conos que se superponen no siendo por ello comparable a las formas generales de un conducto radicular.

Tiene una densidad de fibras medianamente baja, 18 x mm² (13) lo que redundará en propiedades físicas mediocres. Presenta baja resistencia a la fractura por flexión (14) y por fatiga (15).

En términos radiométricos, su opacidad no permite la adecuada difusión de la luz para conseguir fotoactivación de la polimerización de adhesivos y materiales cementantes resinosos dentro del conducto.

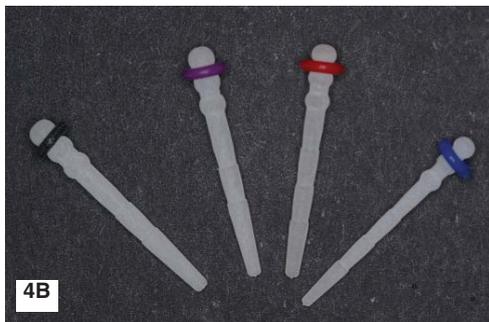


Figura 4A y 4B: PBORF de desarrollo más reciente y altas propiedades físicas.

En este caso se observa a ParaPost Taper Lux (Coltène / Whaledent).

La compañía que comercializa este PBORF es la misma que el de la figura 3, y tal como se explicó, ambos PBORF coexisten en el comercio.

Este sistema de PBORF representa una evolución importante respecto del anterior: el formato es cónico

en lugar de paralelo y genera mayor concordancia con las formas radiculares lo que lleva a un menor desgaste dentario durante la preparación del lecho radicular (figuras 4A y 4B).

Presentan mayor resistencia a la flexión y comprobada transmisión de luz que permite la fotoactivación de la polimerización de adhesivos y materiales cementantes resinosos dentro del conducto.

En contraposición al producto anterior (figura 3), ParaPost Taper Lux (Coltène/Whaledent) es uno de los exponentes comerciales que mejor cumple con las exigencias actuales para un PBORF.

Resistencia al desalojo

Los postes deben resistir las fuerzas externas que pretenden desalojarlo del lecho generado en la raíz dentaria. Las tensiones máximas soportadas por el poste antes de su desprendimiento constituyen su resistencia al desalojo.

Varios factores colaboran en la resistencia al desalojo del PBORF:

- La fricción que logre con los tejidos dentarios dentro de su lecho radicular (relacionado a su vez con la preparación del lecho y la puesta en práctica de eventuales recursos técnico-clínicos).
- La extensión en profundidad dentro de la raíz dentaria.
- Las propiedades físico mecánicas del medio cementante.
- Eventual adhesión generada entre el poste y los tejidos que componen su lecho.
- La forma del poste (como por ejemplo, su mayor o menor conicidad).
- La cantidad y calidad del tejido remanente a nivel coronario sobre el cual la corona actúa a manera de un zuncho (ferrule effect, en inglés) colaborando con la transmisión y disipación de cargas hacia la raíz, otorgando estabilidad mecánica al poste y evitando su tendencia a la rotación.

Resistencia a la fatiga

Los postes radiculares deberán conservar adecuadas propiedades físicas bajo las tensiones que se generarán durante su función a lo largo del tiempo y no sufrir efectos propios de la fatiga.

La fatiga es considerada una de las causas más importantes de fallas estructurales en las diferentes restaura-

ciones odontológicas. Las restauraciones (incluidos los PBORF) fallan más frecuentemente por cargas cíclicas inferiores a la resistencia a la fractura que por la aplicación de una sola carga que la supere.

De esta forma, la resistencia de los PBORF a las cargas constantes y repetitivas que derivan de su función constituyen su resistencia a la fatiga.

Este aspecto es una variable muy importante entre los PBORF existentes y define su calidad. Por ello, el clínico debe estar atento a estudios comparativos que evalúen la resistencia a la fatiga entre los diferentes desarrollos comerciales.

Algunos estudios (15) señalan diferencias en la resistencia a la fatiga muy evidentes en los distintos desarrollos comerciales.

El tipo de fibra, la cantidad de fibras por mm², la distribución más o menos homogénea de las mismas, la relación entre ellas con la matriz resinosa, la presencia de defectos en la matriz de resina o en la fibra y la calidad de la unión entre la fibra y la resina son algunos factores que influyen en la resistencia a la fatiga en un PBORF.

Esta cualidad de los PBORF será crítica toda vez que el diente presente escasos tejidos remanentes a nivel coronario ya que de esa manera las cargas que reciba la corona se concentrarán sobre el PBORF que resultará con una mayor exigencia mecánica.

Como se explicó, la presencia de remanente de tejido a nivel coronario da mayor seguridad a la rehabilitación. En estos casos, las cargas serán recibidas por la corona y mayormente disipadas en la zona donde la corona establece un zunchos sobre esos tejidos, exigiéndose en menor grado al PBORF. Se denomina a esta particularidad como efecto férula (ferrule effect en inglés).

La presencia de un remanente continuo de 1.5 a 2 mm de tejido coronario se considera como condición necesaria para proteger la integridad física del PBORF y por consiguiente de la misma rehabilitación coronaria. Las consideraciones respecto de la resistencia a la fatiga del poste deben ser especialmente críticas cuando el efecto de férula que ofrezca la preparación coronaria sea escaso.

En muchos ámbitos académicos se contraindica la inserción de PBORF cuando el efecto férula no sea el ideal. Sin embargo, debe considerarse que muchos PBORF actuales presentan alta resistencia a la fatiga. Es probable entonces que más que contraindicar la inserción de PBORF, en este tipo de situaciones clínicas sea necesario establecer una estricta selección del PBORF en base a sus propiedades físicas.

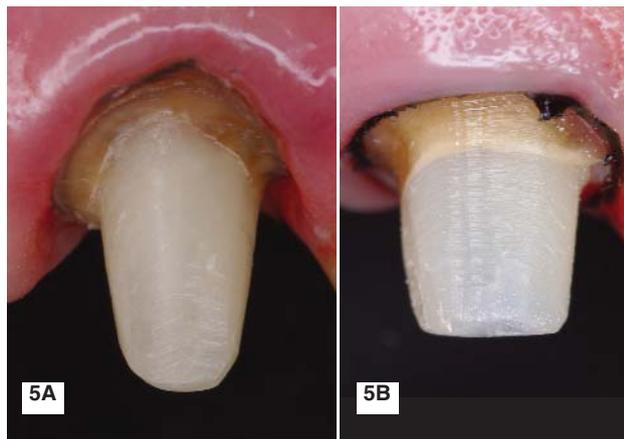


Figura 5A y 5B: Situaciones clínicas donde es escaso el efecto de férula que aportará la corona.

En las figuras 5A y 5B se observan dos situaciones clínicas donde existe poco remanente dentario en la preparación del muñón. En estos casos las exigencias mecánicas para el perno serán mayores. Al trabajar con pernos de base orgánica reforzados con fibras, la selección de aquellos con altas propiedades físicas es crucial para asegurar su resistencia física.

Muchos formadores de opinión profesional recomiendan insertar estructuras más resistentes como los pernos metálicos colados en estas situaciones donde no se logra adecuado efecto de férula. Pero debe recordarse que esto significa también mayor rigidez. Las cargas transmitidas sobre el perno, más importantes al no existir o ser escaso el remanente coronario, serán concentradas en puntos específicos de la raíz y por ello la posibilidad de fractura del diente aumentará sustancialmente. Al trabajar con postes menos resistentes pero más elásticos, es más probable que la fractura se produzca sobre ellos, y así el diente no resultase afectado y pueda ser retratado.

Radiopacidad

La visualización del PBORF en el conducto radicular es esencial para tener control del proceso y de la calidad de la restauración.

Se considera a la radiopacidad del aluminio (Al) como valor de referencia. Es habitual expresar el porcentaje en que los PBORF aumentan o disminuyen su radiopacidad respecto de ese elemento (Ej.: 150 % Al indica que el poste es una vez y media más radiopaco que el aluminio).

El aspecto radiográfico de los PBORF es muy distinto y mucho más variable que en los postes metálicos. Algunos son totalmente radiolúcidos y los otros presentan distintos grados de radiopacidad (ver figuras 4A y 4B).

Con una radiolucidez total no se podrá controlar adecuadamente la adaptación del poste en su lecho ya que los espacios libres en el lecho se presentan igualmente radiolúcidos.

Aún así, habrá que considerar que muchos PBORF radiopacos presentan un índice de radiopacidad similar a la de los tejidos dentarios y de esa forma también dificultan su clara observación en la radiografía.

Por estas razones, la radiopacidad del PBORF debe ser lo más elevada posible. Se lo podrá así diferenciar claramente de los tejidos dentarios y de otros elementos con los que comparte el espacio en la raíz dentaria tales como la gutapercha, selladores endodónticos, medio cementante y también de materiales conformadores del muñón.

Un PBORF con alta radiopacidad poste permite una técnica de inserción más eficiente y segura.

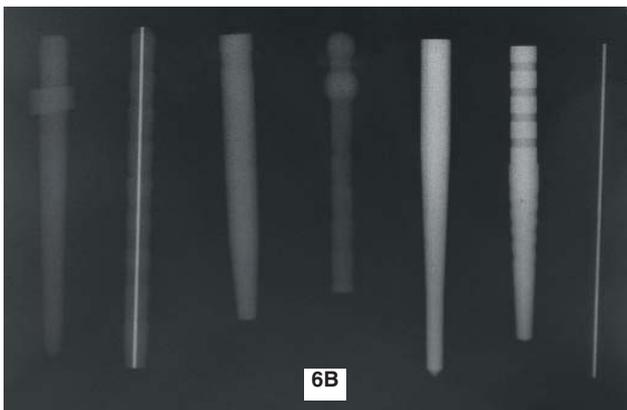
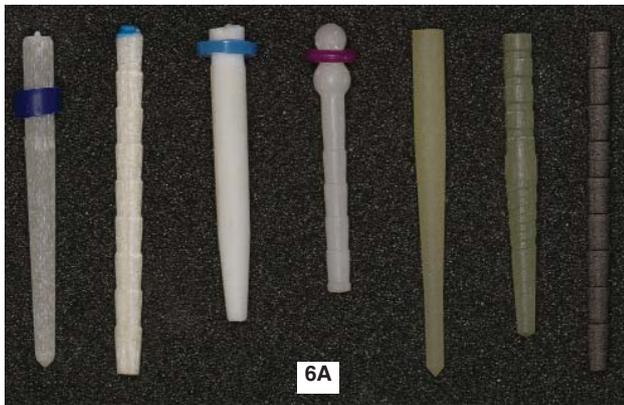


Figura 6A y 6B: El aspecto radiográfico puede ser muy variable entre los diferentes PBORF.

En la figura 6A se ven distintos PBORF, y en la figura 6B una imagen radiográfica de los mismos postes conservando la posición de la figura 6A.

De izquierda a derecha se observan: Luscent Anchors (Dentatus), Reforporst Mix (Angelus), Exacto

(Angelus), ParaPost Fiber White (Colténe/Whaledent), DT Light Post Illusion X-RO (RTD), Macro-Lock Illusion X-RO (RTD), Reforpost Fibra de Carbono (Angelus).

Nótese la máxima radiopacidad conseguida con el sistema DT Light Post Illusion X-RO (RTD) donde se las fibras de refuerzo fueron radiopacificadas previamente. Esta tecnología evita la incorporación de partículas de materiales radiopacos tales como bario o zirconio en la matriz resinosa que disminuyen el espacio para más fibras. Se brinda así al PBORF una imagen radiográfica adecuada al tiempo que no se comprometen sus propiedades físicas.

La menor radiopacidad se observa generalmente con los PBORF de fibra de carbono.

Dada la escasa radiopacidad, en dos postes se incorporó un alma metálica (Reforpost Mix y Reforpost Fibra de Carbono).

Conducción de luz

Este es otro aspecto importante en selección de un PBORF. El poste debe ser translúcido (permitir el pasaje de luz en forma parcial) fotométrica y radiométricamente (16).

Un PBORF fotométricamente translúcido cubierto con coronas de base translúcida/semitranslúcida (como aquellas que poseen bases de porcelanas feldespáticas), dará origen a una restauración ópticamente más natural.

Desde el punto de vista radiométrico, una estructura translúcida permitirá el pasaje de la luz de activación para la polimerización de los distintos materiales de base resinosa que se emplean para su fijación adhesiva (adhesivos y medios cementantes).

Por diferentes razones (cuyo análisis es complejo y escapa a este artículo), la conducción de luz a través del poste para generar la activación de la polimerización es una variable clave cuando se emplean medios cementantes resinosos y sus adhesivos.

La conducción de luz de fotoactivación también es muy variable entre los actuales PBORF. Un estudio reciente empleando microscopios de transmisión óptica de luz asociados con espectrómetros confirma que la capacidad de conducción de luz es muy variable entre los PBORF existiendo algunos que conducen la luz eficientemente y otros que no alcanzan valores mínimos indispensables para iniciar la fotoactivación (17). Los PBORF blancos opacos no conducen la luz o lo hacen con valores mínimos cercanos al 1%.

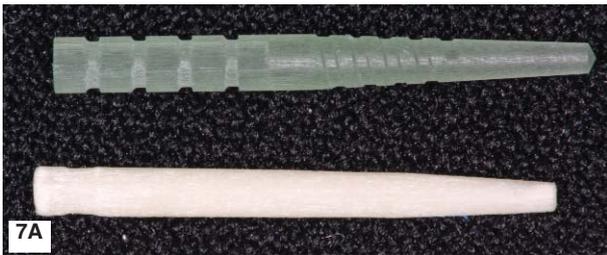
Asimismo debe considerarse que fotoactivando a través de un PBORF de adecuada conducción de luz, la intensidad de la luz (flujo radiante) disminuirá a casi sólo un $\frac{1}{4}$ en las porciones apicales del lecho (18).

En el estudio antes señalado (17), al testar PBORF con eficiente conducción lumínica se registró a nivel del extremo apical del lecho una reducción del 68 al 78% del flujo radiante generado por la lámpara de fotoactivación en la porción coronaria.

De esta forma, la potencia lumínica de la unidad de fotoactivación y el tiempo de exposición radiante deben compensar la reducción del flujo radiante. Por ello, estas variables se transforman en críticas para la fotoactivación de adhesivos y cementos resinosos guiada por un PBORF.

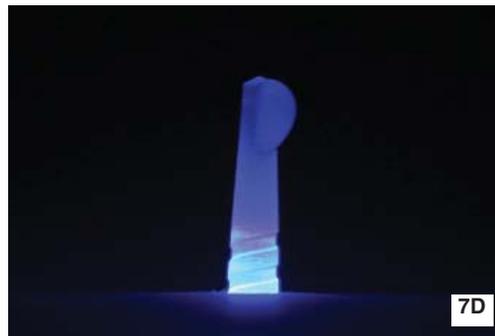
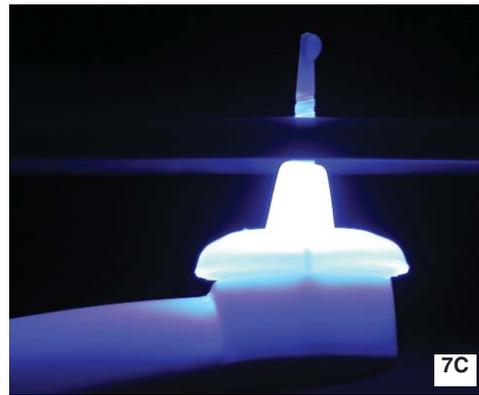
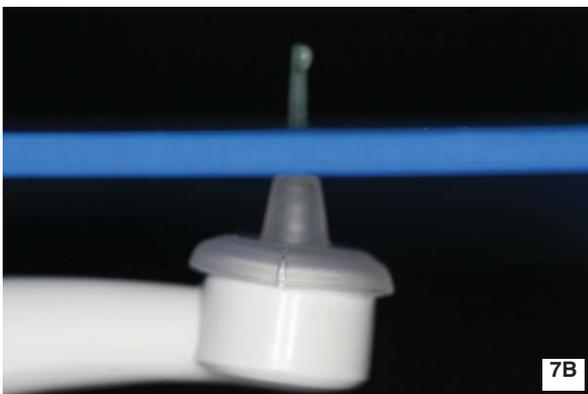
La secuencia fotográfica que se presenta a continuación (figuras 5A a 5H) ilustra sobre la gran diferencia en capacidad de conducción lumínica que presentan dos PBORF que coexisten en el mercado. También se presenta una técnica sencilla que permite comprobar la capacidad de conducción lumínica de un PBORF.

Figura 7A a 7H: Comprobación práctica de la capacidad de transmisión de luz en dos PBORF.



En dos PBORF se compara la capacidad de conducir la luz y posibilitar la fotoactivación de la polimerización de los materiales empleados en una fijación adhesiva.

Uno de los PBORF es translúcido, reforzado con fibras de cuarzo (Macro – Lock, RTD) y el otro es blanco opaco y posee fibras de vidrio (Exacto, Angelus) (figura 7A).



Un pad de mouse de computador separa al poste del acceso directo de la luz. El poste perfora el pad, dejando la cabeza (la porción coronaria) en la parte inferior. Se monta el extremo de una lámpara de fotoactivación productora de luz azul con un cono plástico que permite posicionarla y estabilizarla contra la cabeza del poste. De esa forma la lámpara no será desacomodada de la cabeza del poste y la conducción de luz no será afectada.

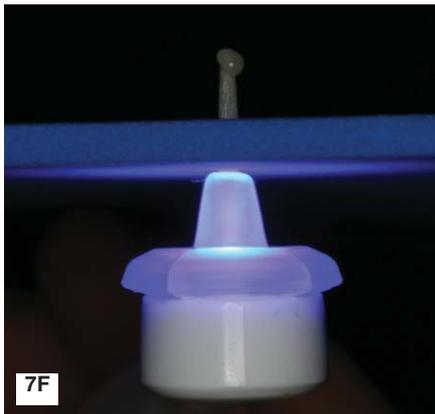
Se utiliza como testigo de la capacidad de conducción lumínica de ambos postes un composite fotoactivable (Riva, SDI) (figura 7B).

En el primer caso (poste Macro–Lock, RTD), luego de

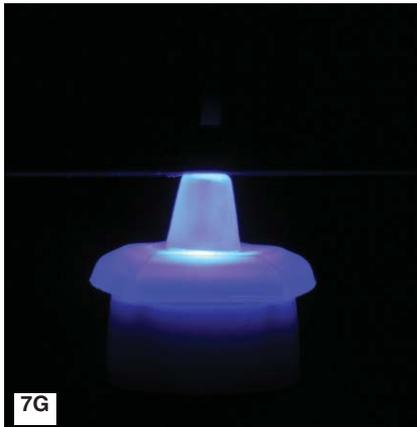
40 segundos de exposición radiante el composite se presenta como un sólido rígido por lo que se presume una adecuada activación de su polimerización (figuras 7C, 7D y 7E).

Obsérvese en figuras 7C y 7D la evidente llegada de la luz al composite aunque también es notoria la disminución de la intensidad al progresar hacia el extremo apical.

Una vez completada la irradiación, el composite polimerizado es desprendido de la porción apical del poste (figura 7E).



7F



7G



7H

En el segundo caso (Exacto, Angelus) la conducción de luz a través del poste es nula y luego de 40 segundos el composite de comprobación no polimerizó (imágenes 7F y 7G). Al contactarlo con la superficie continúa fluyendo (imagen 7H).

De forma simple, esta experiencia demuestra la gran variabilidad en la capacidad de conducción de luz que poseen dos PBORF que coexisten en el mercado.

Otras propiedades

En la actualidad también se estudian otras propiedades en los PBORF, tales como la posibilidad de adhesión a su superficie, estabilidad dimensional, degradación en medios húmedos y la capacidad de retener al material para confeccionar al muñón.

2.2 Micro y macroestructura de los PBORF

La variación de las propiedades de los PBORF descritas hasta aquí tiene relación directa con su macro y microestructura. Las variables más importantes que hacen a la composición y estructura de un PBORF se listan en el cuadro 1.

- Diseño: cónicos, cilíndricos, cilíndrico – cónicos, de doble conicidad.
- Diámetros: muy variables: de 1 a 2.25 mm.
- Tipo de fibra: vidrio, carbono, cuarzo, zirconio.
- Tipo de resina matriz: dimetacrilatos, epóxica, poliésteres.
- Densidad de fibras (número de fibras por mm²): promedio entre 24 y 36, valores máximos de 70 y mínimos de 13.
- Relación entre el área de fibras y de matriz por mm² (proporción fibra/matriz): desde 40 al 75%.
- Diámetro de las fibras: promedio de 8 a 25 micrones.
- Grado de homogeneidad en la distribución de fibras dentro la matriz de resina.
- Calidad de la adhesión de la fibra a la resina.
- Incorporación de materiales radiopacos en matriz / Radiopacificación previa de las fibras.
- Presencia de microporosidades en la matriz.
- Calidad de la superficie externa.
- Proceso de fabricación.

Cuadro 1: Características estructurales que condicionan propiedades físicas de los PBORF.

En técnicas de fabricación más modernas, las fibras son pretensionadas y la resina es inyectada bajo presión

para ocupar los espacios entre las mismas, otorgando así una sólida cohesión (19). De esta forma se genera compresión alrededor de las fibras reduciendo tensiones cuando el poste sea expuesto a fuerzas flexurales (20).

En general, el aumento de la resistencia a la flexión y a la fatiga es directamente proporcional a la densidad de fibras, su distribución homogénea y al grado de unión que presentan con la matriz de resina (18) (19). En estos aspectos existen diferencias muy marcadas entre los diferentes PBORF.

El diámetro de las fibras empleadas en los diferentes PBORF oscila entre 8 y 25 micrones aunque pueden existir otras donde sea mayor o menor. Normalmente tienen una disposición paralela al eje longitudinal del poste, situación que reduce la transferencia de tensiones a la matriz (18), aunque también existen postes donde las fibras se presentan trenzadas (2).

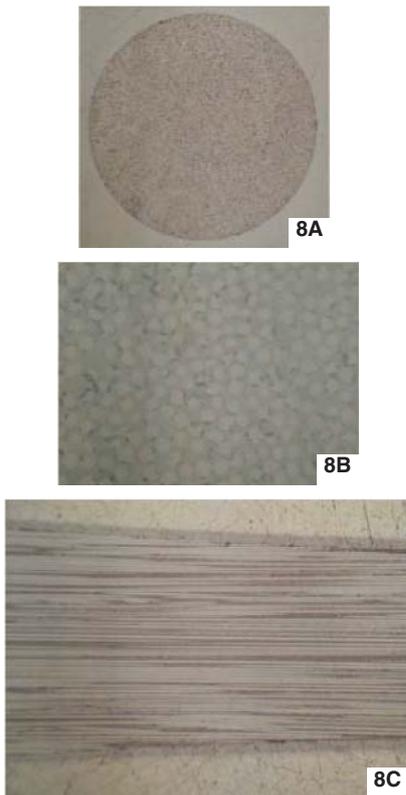


Figura 8A, 8B y 8C: Distribución y densidad de fibras en los PBORF.

En los PBORF la distribución homogénea y la alta densidad de fibras fundamentan en gran medida su mayor resistencia a la fractura y a la fatiga.

En figuras 8A y 8B se ve un corte transversal de un

poste que presenta alta densidad de fibras distribuidas a su vez en forma uniforme y homogénea.

En la figura 8C, las mismas fibras vistas en sentido longitudinal.

El promedio de los postes presenta entre 24 y 36 fibras por mm² pero pueden llegar a 13 como mínimo y 70 como máximo (18).

Fotografías gentileza de VOCO GmbH.

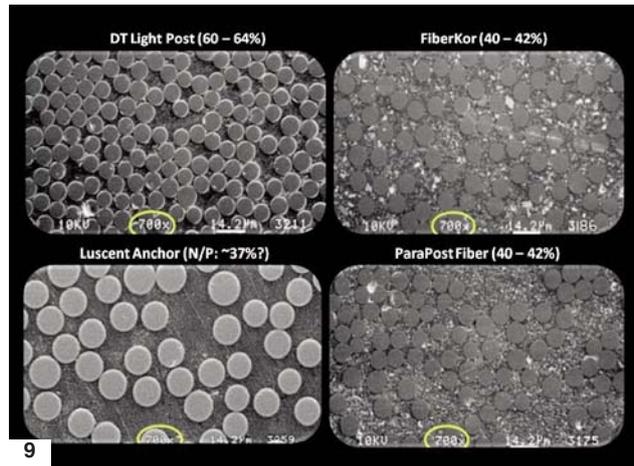


Figura 9: Densidad y distribución de fibras de refuerzo en cuatro PBORF observados con aumento de 700x. Pueden notarse grandes diferencias en la densidad y calidad de distribución de las fibras de refuerzo entre un PBORF y otro, razón por la cual se espera encontrar en ellos distintas propiedades físicas.

Fotografía gentileza de RTD (St. Egrève, Francia).

Las fibras de cuarzo, zirconio y de carbono son más resistentes que las de vidrio y generalmente otorgan al poste mayor resistencia a la fractura por flexión (18).

La adhesión de las fibras a la matriz de resina es un aspecto importante en relación a la resistencia a la fatiga del poste. Normalmente los fabricantes no divulgan la forma en que son tratadas las fibras para su unión con la matriz pero como se explicó, en función del tiempo puede existir un rendimiento muy diferente entre los diferentes desarrollos comerciales.

El diseño del poste es un factor clave en la retención y resistencia al desalojo del poste. En general los diseños cilíndricos son más retentivos que los cónicos (tapered, en inglés) pero son los que menos se adaptan a la anatomía del conducto radicular y conducen a mayores desgastes en el momento de la preparación del lecho radicular.

Las superficies con ranuras (aserradas) se corresponden con mayor retención macromecánica que aquellas totalmente lisas ya que permiten dentro de ellas el flujo y endurecimiento del medio cementante aportando mayor traba mecánica.

En los PBORF modernos se busca la mayor correspondencia de sus formas macro con las del conducto radicular. De esta manera se evitarán desgastes innecesarios que podrían dejar zonas, especialmente las apicales, proclives a fisuras y fracturas.

Por ello, es común encontrar postes que combinan formas cilíndricas en la porción coronaria y media, y cónicas en la apical. Se los denomina cilíndrico – cónicos. La porción media-apical del PBORF puede a su vez presentar diferentes grados de conicidad y así una mayor concordancia con las formas naturales del conducto radicular (ver figuras 10 y 11).



Figura 10: PBORF de doble conicidad con alta capacidad de conducción de luz (DT Light-Post, RTD).

El tercio coronario es cilíndrico y los 2/3 restantes presentan dos grados de conicidad; mayor en el tercio medio y menor en el apical (DT - double tapered).

Estas formas del poste son más similares a aquellas del conducto radicular. A partir de la mayor congruencia de formas con las del conducto radicular se pretende reducir la remoción de dentina durante la conformación del lecho.

Este PBORF presenta alta densidad de fibras de cuarzo (32 x mm²) lo que deriva en muy buenas propiedades físicas en especial, la resistencia a la fractura por flexión y a la fatiga (15) (17) (19).

Por sus adecuadas propiedades físicas se convirtieron en modelos de comparación en muchos trabajos de investigación para la evaluación de otros sistemas de PBORF.



Figura 11: Poste de base orgánica reforzado con fibras Macro Lock Illusion (RTD, Francia).

El PBORF presenta un sistema de cambio de color por enfriamiento (Illusion - Color on demand) y trabas macromecánicas para el medio cementante y material de muñón.

Debido a estas propiedades, este PBORF se presenta como la evolución del anterior.

El poste se exhibe de un color vivo (variable según su diámetro) que desaparece a partir de los 22 grados centígrados. Al ser enfriado con agua recupera el color y se hace visible. Esta propiedad ayudará durante una eventual remoción por desgaste ya que permite una localización más fácil debajo del composite que conforma el muñón.

La resistencia a la fractura por flexión y por fatiga son similares al PBORF de la figura anterior ya que tanto las fibras, la resina y el proceso de fabricación es el mismo.

3. Matriz de resina y fibras de refuerzo. características y diferencias generales

Las características generales de la matriz y de las fibras de refuerzo condicionan en gran medida las propiedades de los PBORF.

3.1 Matrices

La resina constituye la matriz del PBORF y mantiene unidas a las fibras que a su vez proveen el refuerzo físico de la estructura.

La matriz de muchos PBORF está constituida por una resina epóxica o bien por sus derivados (19). Son comunes también los dimetacrilatos y más recientemente los poliésteres.

Durante un tiempo se consideró la presencia de radicales libres con capacidad de unión química con el Bis GMA, componente principal de la matriz de cementos de resina y adhesivos (18) determinando una unión química entre ambas matrices al momento de la fijación adhesiva.

En la actualidad se reconoce la inexistencia de los radicales libres (21) ya que en las matrices de los PBORF el grado de conversión y entrecruzamiento molecular es muy alto, especialmente cuando se trate de resinas epóxicas.

En la matriz de los postes se suelen incorporar materiales radiopacificadores como partículas de bario o de zirconia. De acuerdo al poste varía la cantidad y por ende la imagen radiográfica. Los fabricantes incorporan más o menos bario de acuerdo a sus posibilidades industriales ya que éste aumenta la viscosidad de la resina (18) y clínicamente algunos trabajos señalan cierta influencia negativa en la resistencia a la flexión presumiblemente por crear defectos y espacios en la matriz (22).

La incorporación de bario u otros radiopacificadores quita espacio en la matriz para fibras de refuerzo adicionales lo que resta propiedades físicas al poste. En los desarrollos más modernos la radiopacidad se consigue incorporando fibras previamente radiopacificadas, evitando así una disminución en su cantidad (23) y por lo tanto de las propiedades físicas del poste.

Al incorporar partículas radiopacificantes como el bario o el zirconio también se pierde capacidad de conducir la luz a través del poste dificultando la activación lumínica de adhesivos y medios cementantes resinosos haciendo incierto el resultado de una fijación adhesiva (24).

Algunos PBORF poseen una matriz de Bis GMA similar a la de los materiales de restauración e incluso como aquellos incorporan partículas de vidrio a manera de relleno cerámico.

Cuando se emplea al Bis GMA como resina en la matriz en lugar de una resina epóxica existe posibilidad de mayor captación de agua lo que redundaría en cambios dimensionales y degradación del PBORF (19). En situaciones ideales el poste no debería entrar en contacto con agua y este fenómeno sólo es posible en casos de filtración marginal de la restauración coronaria. Sin embargo, la filtración marginal es muy habitual en la clínica y el agua entra en contacto con el PBORF iniciando el proceso de degradación húmeda.

3.2 Fibras

Fibras de carbono

Los PBORF que contienen fibras de carbono suelen presentar buenas propiedades mecánicas generales (en especial la resistencia a la fractura por flexión). El módulo de elasticidad es el más alto entre los PBORF.

El color gris oscuro – negro de los PBORF con fibras de carbono puede ser problemático para el resultado óptico - estético de la restauración cuando se inserten coronas de bases de alta translucidez como son las poliméricas o algunas porcelanas feldespáticas. Estas características ópticas hacen que el empleo de PBORF con fibras de carbono haya quedado limitado al sector posterior.

Los PBORF con fibras de carbono suelen ser totalmente radiolúcidos y generar una imagen radiográfica denominada fantasma ya que sólo se puede percibir el contorno del poste.

Fibras de cuarzo

Las propiedades mecánicas de los postes con fibras de cuarzo son similares a las de aquellos con fibras de carbono. El módulo elástico suele ser ligeramente más alto que el de la dentina. También presentan alta resistencia a la flexión lo que generalmente los convierte en más resistentes a posibles fracturas que otros PBORF como aquellos que contienen fibras de vidrio.

En un trabajo efectuado por Malferrari S, Monaco C y Scotti R en 2003 se encontraron valores de resistencia a la flexión de 3600 a 6000 MPa en PBORF de fibras de cuarzo. En contraste, hallaron valores de 2000 MPa en PBORF con fibras de vidrio (25).

Los PBORF con fibras de cuarzo pueden ser blancos opacos aunque en muchos desarrollos recientes se presentan translúcidos y eficientes conductores de luz.

En general, los PBORF con fibras de cuarzo representan una combinación de propiedades ópticas y mecánicas más adecuada que aquellos con fibras de carbono o vidrio.

Fibras de vidrio

Presentan en general el módulo elástico más bajo y como se explicó más arriba, generalmente también se asocian con menor resistencia a la flexión (25).

Por el menor módulo de elasticidad presentan mayor facilidad de deformación, situación que es favorable desde el punto de vista mecánico para el diente. Pero por su menor resistencia son propensos a fracturas ante deformaciones más exageradas o bien ante situaciones de fatiga. Recuérdese que esto puede ser frecuente en casos donde el remanente coronario sea escaso y las cargas se concentren sobre el poste (ver figuras 5A y 5B).

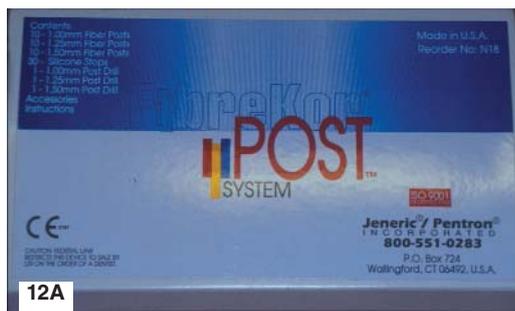


Figura 12A y 12B: PBORF con fibras de vidrio de bajas propiedades físicas.

Las figuras muestran al sistema FibreKor (Jeneric Pentron) que presentan sección cilíndrica, y baja resistencia a la fractura por flexión y fatiga (14). Las fracturas son por ello frecuentes especialmente en las situaciones donde la preparación coronaria presenta escaso remanente dentario.

En estos casos son habituales las llamadas fracturas en tallo verde donde el poste se fractura pero las fibras no terminan de separarse.

Sin embargo, algunos desarrollos comerciales de PBORF con fibras de vidrio pueden alcanzar propiedades físicas similares a sus pares reforzados con fibras de cuarzo (ver figuras 13A y 13B).



Figura 13A y 13B: PBORF con fibras de vidrio y matriz de dimetacrilatos con adecuadas propiedades físicas.

La figura 13A corresponde a FRC Postec (Ivoclar/Vivadent) cuya resistencia a la fatiga es alta (15) lo que determina un buen rendimiento clínico aún en situaciones con escaso remanente a nivel coronario (pobre efecto de férula).

La figura 13B muestra a Rebuilda Post (VOCO GmbH). Este sistema de PBORF presenta muy alta radiopacidad (350% Al) lo que permite un buen control radiográfico.

Algunos productos más recientes combinan fibras de vidrio con fibras de zirconia pretendiendo así mejorar las propiedades físicas. Otros, agregan en las matrices de dimetacrilatos partículas cerámicas como las que presentan los composites de restauración.

Otro aspecto crítico para las fibras de vidrio es que son las más afectadas por el debilitamiento hidrolítico que podría ocurrir en caso de filtración marginal de la restauración coronaria (18).

4. Fijación adhesiva, integración, monobloque

Una de las supuestas ventajas de los PBORF es conseguir adhesión a materiales de base resinosa y a través de ellos con la dentina del conducto radicular, y así formar un monobloque con el diente. Esta particularidad aportaría una serie de ventajas adicionales para el PBORF y para el diente (8) (29).

El llamado monobloque es parte diente y parte material de restauración y ambas fases funcionan como un todo. En esa nueva estructura ambas partes se presentarían unidas por uniones micromecánicas y/o químicas (adhesión) (30) (31). El monobloque poste - diente pretende tres objetivos centrales:

1 - Aumentar la retención del poste en el lecho radicular (32). De esta manera se podría insertar postes de

menor diámetro y con menor extensión dentro de la raíz, y así remover menos dentina al preparar el lecho y disminuir la posibilidad de fracturas radiculares (9).

2- Mejorar el rendimiento mecánico de ambas estructuras: perno y raíz dentaria (9) (29).

3- Mejorar el sellado radicular garantizando la salud de los tejidos periapicales.

No obstante, algunos autores como Goracci, Ferrari y Tay (28) han cuestionado la relevancia del monobloque en cuanto a la retención del poste. Fijaron PBORF con medios cementantes resinosos con y sin adhesivos (o sea con y sin adhesión) sobre la dentina del lecho radicular, y observaron que al emplear adhesivos no se produjeron mejoras significativas en la resistencia a la remoción del poste. Concluyen que la traba mecánica entre el poste y la superficie del lecho radicular es el factor esencial en la retención del PBORF.

En la preparación radicular para PBORF los conceptos clásicos para conseguir traba mecánica no deben ser dejados de lado por aquellos que procuran conseguir adhesión.

Por muchas y muy variadas razones, la adhesión entre el PBORF y la dentina del conducto puede presentar bajos valores, a veces nulos, o ser poco durable en el tiempo.



Figura 14: PBORF en proceso de fijación adhesiva y carga del composite para muñón.

La integración física entre el poste y el diente es un objetivo que acompaña al empleo de estas estructuras aunque hoy en día se reconocen muchas variables complejas que la dificultan.

Independientemente del aporte a la retención, por mucho tiempo primó el concepto que el PBORF correctamente adherido a las paredes del conducto radicular aumentaría también su resistencia física y la del diente (17) (29). Por esa razón, la fijación adhesiva y los intentos de integración al trabajar con PBORF

fueron las posturas recomendadas.

Pero la integración física entre el poste y el diente va a estar condicionada con la posibilidad de adherir adecuadamente el poste a la dentina del conducto radicular. La adhesión intraradicular presenta en la práctica una serie de factores que la dificultan; a veces en forma importante (1).

Como se explicó, en la actualidad se cuenta con PBORF de altas propiedades físicas que pueden prescindir de la adhesión para tener un buen comportamiento mecánico. Es por ello que la fijación de PBORF de altas propiedades físicas en forma convencional no adhesiva basada en la retención mecánica es una opción que cada día tiene más aceptación.

Para ser exitosas, las fijaciones de PBORF de forma convencional deberán contar con dos requisitos básicos elementales: la consecución de una adecuada adaptación superficial / traba mecánica del poste en su lecho (para lo que muchas veces es necesario practicar procedimientos clínicos especiales) y la previa selección de un PBORF con alta resistencia física (alta resistencia a la fractura por flexión y a la fatiga) que puedan prescindir de la adhesión para su buen funcionamiento mecánico (1).

Si se considera entonces a las fijaciones convencionales no adhesivas como más predecibles y confiables para la técnica clínica de PBORF, y que para lograr éxito con ellas se precisa una estructura físicamente apta que logre adecuada traba dentro del lecho, se hace evidente que algunas características de los pernos metálicos colados (traba mecánica primaria, técnica de fijación con pocas variables) no pueden dejarse de lado aún al trabajar con PBORF.

5. Conclusiones

Las ventajas estéticas y mecánicas con el empleo de PBORF en la rehabilitación posendodóntica son evidentes. Aún así existen entre ellos marcadas diferencias físicas, ópticas y relativas a su técnica de inserción que pueden hacer más o menos seguro al proceso a dicho proceso de rehabilitación.

Será responsabilidad del Odontólogo rehabilitador informarse acerca de las propiedades de los PBORF para hacer una selección más precisa que garantice mejores resultados clínicos.

Bibliografía

1. Bertoldi Hepburn A, Ensinas P (2011). Deben los postes de base orgánica reforzados con fibras fijarse en forma adhesiva?. Rev Asoc Odont Arg; 99(2):

- 125-137.
2. Cheung W (2005). A review of the management of endodontically treated teeth. Post core and the final restoration. *JADA*; 136:611-619.
 3. Gomes JC, Kina S (2003). La Adhesión en Prostodoncia Fija. Cap. XIV Adhesión en Odontología Restauradora. Editor Gilberto Henostroza Haro. Editora Maio. Curitiba, Paraná, Brasil.
 4. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E (2003). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent*; 89(4):360-367.
 5. Albuquerque R de C, Polleto LT, Fontana RH, Cimini CA (2003). Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil*; 30(9):936-43.
 6. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M (2002). Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials*; 23(13):2667-82.
 7. Cantatore G (1999). The endodontic post: Ideal requirements and clinical reality. - Proceedings from the 3rd International Symposium. 3-6.
 8. Rovatti L, Mason PN, Dallari A (1998). The Esthetic Endodontic Posts - Proceedings from the 2nd International Symposium. 12-16.
 9. Mezzomo E, Massa F, Libera SD (2003). Fracture resistance of teeth restored with two different post and core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int*; 34:301-306.
 10. Sim TPC, Knowles JC, Ng Y-L, Shelton J, Gulabivala K (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J*; 34:120-32.
 11. Plotino G et al (2006). Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dental Mater*; doi:10.1016/j.dental.2006.06.047 (Artículo en imprenta).
 12. Muñoz L et al (2010). Rehabilitación estética en dientes tratados endodónticamente. Postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. Livraria Santos Editora. San Pablo. Brasil.
 13. Rosentritt M, Furer C, Behr M, Lang R, Handel G (2000). Comparison of in vitro fracture resistance of metallic and tooth coloured posts and cores. *J Oral Rehab*; 27:505-601.
 14. Galhano GA, Valandro LP, deMelo R., Scotti R., Bottino MA (2005). Evaluation of the flexural strength of carbon fiber, quartz fiber and glass fiber - based posts. *JOE*; 31(3):209-211.
 15. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay, F, Ferrari M (2005). Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dental Materials*; 21:75-82.
 16. Rueggebergg F (2009). Comunicaciones personales a Cátedra de Técnica de Operatoria Dental. Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires.
 17. Teixeira ECN, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY (2006). An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *JADA*; 137:1006-12.
 18. Scotti R, Ferrari M (2004). Pernos de fibra. Bases teóricas y aplicaciones clínicas. Editorial Masson. Barcelona, España.
 19. Perdigo J, Gomes G, Lee I (2006). The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dental Materials*; 22:752-758.
 20. Trushkowsky R (2008). Fiber post selection and placement criteria: a review. *Inside Dentistry*; 4:2-5.
 21. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay F, Cardoso P, Ferrari M (2007). Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dental Materials*; 23:95-99.
 22. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF (2001). Three point bending test of fiber posts. *J Endod*; 27:758-761.
 23. Compañía RTD (2009). Explicaciones técnico - científicas sobre sus recientes desarrollos. Grenoble. Francia.
 24. Andeassi Bassi M (2001). La diffusione della luce attraverso I perni in fibra di quarzo epossido a doppia conicità. *Atti V Simposio Interna. Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; 5:270-276.
 25. Malferrari S, Monaco C, Scotti R (2003). Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont*; 16: 39-44.
 26. Bourgeois RS, Lemon RR (1981). Dowel space preparation and apical leakage. *Journal of Endodontics*; 7:66-69.
 27. Portell FR, Bernier WE, Lorton L, Peters DD (1982). The effect of immediate versus delayed dowel space preparation on the integrity of the apical seal. *Journal of Endodontics*; 8:154-160.
 28. Goracci C, Tay F, Ferrari M (2005). The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *JOE*; 31(8):608-612.
 29. Schwartz R - Robbins JW (2005). Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. *Journal of Endodontics*; 30(5): 289-301
 30. Bertoldi Hepburn, A (2002). Nuevos Enfoques en la Rehabilitación coronaria del diente endodónticamente tratado. *Rev. Asoc Odont Arg*; 90(4): 266-275.
 31. Bertoldi Hepburn, A (2004). Incrustaciones de Resina Compuesta: Consideraciones Generales. *Rev Asoc Odont Arg*; 92(3):253-264.
 32. Nissan J, Dimitry Y, Assif D (2001). The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced length. *J Prosthet Dent*; 86:304-308.

Dirección postal del autor: Tacuarí 119 - 5° S - 1071
Ciudad de Buenos Aires (Argentina)

Dirección de correo electrónico:
hepburn@speedy.com.ar