

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA

ESTUDIO IN VITRO DEL SELLADO DE CONDUCTOS
OBTURADOS CON GUTAPERCHA Y SELLADOR AH26
MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA CONDENSACIÓN
LATERAL DE LA GUTAPERCHA EN FRÍO

JAVIER J. GONZÁLEZ CALVO

UNIVERSITAT DE VALENCIA
Servei de Publicacions
2006

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 25 de Novembre de 2005 davant un tribunal format per:

- D. Eliseo Plasencia Alcina
- D. José Ignacio Soler Ruiz
- D. José María Vega del Barrio
- D^a. Irene Abad Pérez
- D. Ignacio Barjau Guiñón

Va ser dirigida per:
D. Leopoldo Forner Navarro
D^a. M^a Carmen Llena

©Copyright: Servei de Publicacions
Javier J. González Calvo

Depòsit legal:
I.S.B.N.:84-370-6523-2

Edita: Universitat de València
Servei de Publicacions
C/ Artes Gráficas, 13 bajo
46010 València
Spain
Telèfon: 963864115

ESTUDIO IN VITRO DEL SELLADO DE CONDUCTOS
OBTURADOS CON GUTAPERCHA Y SELLADOR AH26
MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA CONDENSACIÓN
LATERAL DE LA GUTAPERCHA EN FRÍO



Javier J. González Calvo

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	Pág.
1.1 Definición de Endodoncia	3
1.2 Objetivos de la terapéutica endodóncica	3
1.3 Criterios de éxito y fracaso del tratamiento endodóncico	3
1.4 Fases del tratamiento endodóncico	4
1.5 Indicaciones y contraindicaciones del tratamiento endodóncico	34
1.6 Dificultades del tratamiento endodóncico	35
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Técnicas de estudio	38
2.2 Comparación de técnicas	38
2.3 Filtración	57
3 OBJETIVOS	
3.1 Objetivo general	91
3.2 Objetivos específicos	91
4 MATERIAL Y MÉTODOS	
4.1 Resumen	93
4.2 Muestra	93
4.3 Procedimiento, materiales e instrumental	93
4.4 Observación	96
4.5 Análisis estadístico	97
5 RESULTADOS	98
6 DISCUSIÓN	
6.1 Sobre la metodología	123
6.2 Sobre los resultados	128
7 CONCLUSIONES	133
8 BIBLIOGRAFÍA	135
9 RELACIÓN DE MATERIALES E INSTRUMENTOS USADOS	167

1 INTRODUCCIÓN

La patología dental, de cualquier etiología (infecciosa, traumática, consuntiva, e incluso congénita), en ocasiones compromete la vitalidad del complejo dentino-pulpar; es por ello que se hace necesario una terapéutica específica

que responda a las necesidades de preservar la integridad del tejido conjuntivo pulpar, o bien de limitar el daño evitando complicaciones clínicas periapicales, regionales o generales.

1.1 Definición de Endodoncia.

La Endodoncia es la rama de la Odontología que se ocupa de la etiología, patogenia, diagnóstico, prevención, pronóstico y tratamiento de la patología pulpar irreversible[Walton y Torabinejad 1996].

1.2 Objetivos de la terapéutica endodóncica.

El fin de la Endodoncia es devolver al diente la normalidad clínica y ausentar los signos y síntomas patológicos. Las observaciones apoyan con firmeza la necesidad de seguir unas pautas bien determinadas, que se fundamentan en conseguir un conducto convenientemente trabajado y adecuadamente obturado[Cohen y Burns 1987].

Para Weine[1991], "el objetivo del tratamiento endodóncico es la restauración del diente tratado con el fin de devolver su forma y función propias en el aparato masticatorio en estado de salud".

1.3 Criterios de éxito y fracaso del tratamiento endodóncico.

El éxito del diente endodonciado es el resultado de un buen diagnóstico, una esmerada preparación del conducto y una rigurosa obturación. No obstante, no hemos de considerarlo nunca como definitivo, porque la integridad de éste está amenazada por circunstancias ajenas al tratamiento endodóncico propiamente dicho(pérdida de soporte por enfermedad periodontal, fractura dentaria debida a reconstrucción inadecuada, caries, etc] y son, de acuerdo con Vire[1991], las causas más frecuentes de exodoncia del diente endodonciado.

Dicho esto, los métodos disponibles para catalogar el tratamiento como éxito/fracaso son, habitualmente, la inspección clínica y las pruebas radiográficas[Zabalegui,1990]. El análisis histopatológico, que demuestre regeneración periodontal y ausencia de células inflamatorias, es la prueba más específica, pero no se lleva a cabo por razones prácticas.

Es normal cierta molestia durante los días posteriores al tratamiento en los casos en que se realiza una biopulpectomía y esto no presupone un futuro desfavorable[Arias y cols 2001]. La aparición de inflamación en los días posteriores a la realización de necropulpectomía puede considerarse una complicación del tratamiento, pero no augura obligatoriamente un fracaso [Torabinejad y Walton 1996].

Podemos pensar razonablemente que se ha alcanzado el éxito cuando, tras realizar el tratamiento endodóncico, desaparece la patología asociada a la alteración pulpar que la originó[Bender y cols 1966]. Hay que advertir, no obstante, que ciertas lesiones crónicas resorptivas (apicales o radiculares) que son consecuencia de una inflamación o necrosis pulpar, no son reversibles, y, en el mejor de los casos, al tratar eficazmente el diente conseguiremos un cese del avance patológico, pero no la restitutio ad integrum[Zabalegui y cols 1994].

El examen clínico debe mostrar unos tejidos blandos de apariencia normal, no dolorosos a la presión ligera, sin fístulas. El paciente debe notar el diente confortable, es decir, no ser consciente de su presencia, sin molestias a la masticación. Las pruebas radiográficas han de corroborar la normalidad periodontal o confirmar una evolución favorable si los hallazgos anteriores al tratamiento eran claramente patológicos[Bender y cols 1966].

El aspecto radiográfico de la obturación del conducto es orientativo, tiene valor pronóstico, pero no podemos incluirlo ciertamente en los criterios de éxito. Una obturación radiográficamente adecuada (límite apical correcto y gutapercha homogéneamente condensada), presumiblemente cumplirá los propósitos de limpieza y conformación y hay que otorgarle, fundadas esperanzas de éxito pero no la certidumbre de éste, hasta comprobar la resolución de las anomalías que hubiese previas al tratamiento[Pacheco 1993] o la ausencia de desarrollo patológico si no existía con anterioridad, hasta un periodo de cuatro años[Stabholz y Walton 1996].

Según Kleier[1984], el principal motivo que conduce a un resultado adverso en la terapia endodóncica se debe a la filtración por una obturación incompleta del conducto radicular.

1.4 Fases del tratamiento endodóncico.

El marco de trabajo en Endodoncia consiste en una cadena bien trabada, donde el dominio de cada disciplina lleva al umbral de la siguiente. Todos los eslabones son importantes y es preciso manejarlos cuidadosamente. Se requiere que todos ellos funcionen adecuadamente y no sólo la mayoría.

1.4.1 Diagnóstico.

El primero lo constituye un diagnóstico de certeza. Para ello debemos apoyarnos en una historia clínica detallada, estudiando los datos que suministra el paciente verbalmente y los obtenidos mediante la exploración

(pruebas de vitalidad pulpar, estado de los tejidos blandos, radiografías,etc)
[Walton y Torabinejad 1996].

1.4.2 Preparación biomecánica.

Tras el diagnóstico, el plan de tratamiento consiste en trabajar adecuadamente el canal radicular para que pueda recibir una obturación lo más hermética posible desde la apertura coronaria hasta la terminación del conducto[Olmos y cols 2000]. Como esto sólo es posible si se tiene acceso a la zona apical, se comprende la importancia que adquieren los aspectos técnicos que facilitan la conversión de un conducto radicular irregular, en otro modificado en toda su longitud para adaptarlo a unos materiales que lo rellenen , e idealmente, lo sellen .

La fase operatoria propiamente dicha descansa en dos pilares: la preparación del conducto y la obturación de éste[Weller y Kock 1994] . Estos son preceptos que no se pueden omitir y se consideran fundamentales en el tratamiento. Resulta pertinente admitir que la conformación del canal y su relleno son aspectos distintos pero complementarios.

Si aceptamos que esta premisa es válida: preparación adecuada del canal para lograr una obturación del canal adecuada, hemos de conseguir que la figura del conducto al final de la instrumentación mecánica tenga forma de cono: más ancha en el extremo coronario que en el apical, pero manteniendo la ubicación espacial de la preparación apical (sin falsas vías, ni transporte apical). Este concepto fue inicialmente concebido por Clem[1969] y posteriormente lo han confirmado y difundido los trabajos de numerosos autores:[Walton 1976 , Coffae y Brilliant 1975 , Klayman y Brilliant 1975], etc.

Según la opinión de Monteiro y Viti[2000], la preparación del conducto es la fase más importante del tratamiento endodóncico y persigue dos propósitos: su limpieza y su conformación. Aunque son conceptos distintos, en la práctica se realizan simultáneamente. Según Johnson[2003], la batalla se gana o pierde en la limpieza y en la conformación, no en la obturación.

La conformación consiste en un desgaste dentinario selectivo de las paredes del conducto, es decir, en remover tejido dentinario en las zonas apropiadas hasta convertir el espacio pulpar original en un lecho de conicidad corono-apical[Schilder 1974]. Mediante la limpieza retiramos el contenido biológico del conducto y los detritus producidos por la instrumentación mecánica. Para tal fin se emplean soluciones de diversa composición[Valencia 1990]: hipoclorito sódico, agua oxigenada, REDTA, corhexidina, etc

1.4.2.1 Conformación.

Durante la conformación del conducto se deben seguir unas pautas ordenadas. En primer lugar, un examen radiográfico que oriente sobre la anatomía del diente [Gani y cols 1993]. Posteriormente, la apertura que cree el acceso a los conductos y facilite su trabajo [Walton y Rivera 1996]. Este paso es crucial porque va a permitir que los instrumentos alcancen, sin flexión, el tercio apical del diente o la primera curvatura de la raíz. Así, disminuye la posibilidad de rotura del instrumental, facilita sobremanera la limpieza y atenúa los efectos yatrogénicos operatorios (y la fatiga del dentista). Para ello la apertura debe facilitar la visibilidad eliminando tejido dentario en zonas bien determinadas, fundamentalmente en la zona del collarite dentinario que constituye un obstáculo y estrangula el acceso al conducto. Hay que evitar, sin embargo, no crear escalones ni debilitar innecesariamente al diente. Para abordar la entrada al conducto, una vez en la cámara pulpar, se utilizan fresas sin corte en la punta, limando la dentina que cierra parcialmente la entrada al canal .

Como el límite apical de la obturación es una referencia obligada para determinar no sólo el pronóstico sino la calidad del tratamiento, se hace necesario el conocer la longitud de trabajo que mantendremos durante la secuencia operatoria. El cuándo, cómo y qué criterios seguimos para verificar la conductometría y transferirla a los instrumentos que insertamos en el conducto está en función de la técnica elegida para preparar el canal y de los hallazgos radiográficos. En la "preparación seriada" (que describiremos más adelante), tras localizar los conductos y antes de comenzar el trabajo mecánico propiamente dicho se realiza la conductometría, ora midiendo la radiografía inicial y sustrayendo uno o dos milímetros por seguridad, ora con el localizador electrónico del ápice. Si utilizamos la técnica "corono-apical" (descrita posteriormente), la conductometría ha de posponerse a la preparación de los dos tercios coronales del conducto, pues se ha comprobado que su longitud varía tras la rectificación de la curvatura de éste [Lozano y Miñana 2002]. Para Schroeder y cols [2002] las diferencias en la longitud de trabajo fruto de la preparación coronaria previa, aunque reales, son clínicamente intrascendentes.

Debido al dinamismo que experimenta la morfología apical, motivada por cambios funcionales y patológicos, la conductometría no es fácil de establecer [Brau 1991]. Algunos autores consideran que debe prevalecer el criterio histopatológico frente al morfológico. Para Butler [1970], Leonardo y cols [1973], estaría justificado el trabajo del conducto en toda su extensión para asegurar una completa limpieza, cuando existe tejido necrótico en la porción apical y lesión perirradicular granulomatosa visible radiográficamente. De este análisis participa Canalda [1990], quien considera que la infiltración de gérmenes y toxinas en los casos de lesiones apicales faculta establecer la longitud de trabajo muy cercana al ápice radiográfico.

Según Walton y Rivera [1996], Weine [1989] la longitud de trabajo adecuada y por consiguiente el término de la obturación, está en función de los hallazgos radiográficos. Con resorción apical y ósea recomiendan alejarse 2

mm del ápice; si sólo existe resorción ósea, 1,5 mm. Finalmente, si no hay signos de anomalía radiográfica, 1 mm.

De acuerdo con las reflexiones de Azabal y Kessler[1993], no hay que atender a normas fijas para todos los dientes, sino valorar cada caso individualmente.

A partir de estas citas puede advertirse que la instrumentación más allá del foramen apical ha de evitarse en todos los casos ya que reduce el índice de éxitos[ElAyouti y cols 2001]. Esta opinión, avalada por la mayoría de los investigadores, no es compartida plenamente por Johnson[2003] quien sostiene que en dientes vitales, la sobreinstrumentación y sobreobturación no son deletéreos.

Instrumental usado en la conformación del conducto.

Para la conformación del canal radicular se han ideado instrumentos manuales (limas, escariadores, tiranervios, etc.), rotatorios (Lightspeed, Profile, Hero 642, Protaper, Giromatic, K3 Endo, Safety M 4, GT, Pow-R, M-File, Quantec 2000, fresas de Peeso, Gates Glidden, Endo Z, etc) e instrumental sónico y ultrasónico. Las innovaciones en el diseño del arsenal terapéutico van dirigidas fundamentalmente al desarrollo de técnicas que trabajan más por rotación que por tracción / impulsión[Roig y cols 1994].

Actualmente, se gana flexibilidad con aleaciones de Ni-Ti, introducido en Endodoncia tras las propuestas de Walia y cols[1988], y cambiando el diseño de las limas de acero inoxidable: longitudinalmente disminuyendo el número de estrías / mm y transversalmente adoptando la forma triangular en vez de cuadrada[McKendry y Krell 1996].

Las limas tipo K de acero inoxidable se fabrican en 21, 25 y 31 mm de longitud, con una parte activa de 16 mm, un diámetro progresivamente creciente desde el extremo apical a razón de 0,02 mm/mm y un código de colores que sirve para identificar el instrumento[American Dental Association, Council on Dental Materials, Instruments and Equipment 1989]. Aunque su manejo suele ser digital, pueden conectarse a micromotores, por ejemplo el M4[Grano de Oro y cols 1997].

La manufactura de las limas montadas en aparatos giratorios no sigue siempre la norma anterior. El tamaño, forma y conicidad de la parte activa difiere de las anteriores. Están fabricadas en aleaciones de níquel-titanio, con excepción de los taladros de Peeso y Gates-Glidden, lo que requiere que sean utilizadas con un movimiento rotatorio en micromotores accionados a muy baja velocidad. Poseen una forma más cónica que las limas manuales, y su modo de trabajo se ajusta al concepto "corona-ápice". Una punta del instrumento inactiva y un diseño del ángulo de corte especial les proporciona, supuestamente, la capacidad de permanecer centradas en el canal. Además, como mecanismo adicional de seguridad incorporan un sistema de retroceso al

aplicar una presión apical excesiva (en el equipo propulsor), lo que protege de la rotura[Glickman 1996] al instrumento cortante.

Técnicas de preparación.

La literatura endodóncica ha prestado mucha atención a la preparación mecánica del conducto, como no podía ser de otro modo, por ser la llave que permite el acceso a una obturación adecuada, considerada como requisito necesario para satisfacer los objetivos del tratamiento. Básicamente, hay dos maneras de trabajar el canal. La más antigua es la preparación clásica o convencional[Ingle 1961], que trata de emular la figura del conducto a la del último instrumento utilizado, y la preparación seriada[Clem1969], cuyo objetivo es crear una conicidad ápico-coronal en el conducto. Actualmente, se llevan a cabo variaciones de ésta última, habiéndose abandonado la primera por considerarse inferior la calidad de la preparación y de la obturación, fundamentalmente en conductos curvos, según lo atestiguaron los trabajos de entonces[Jungmann y cols 1975, Scheider 1971, Haga 1969].

Al finalizar la preparación del conducto debe haberse formado un "molde" que satisfaga estos objetivos: respetar la ubicación original del conducto, configurarlo de manera cónica y crear apicalmente un estrechamiento que a la vez resista la condensación del material de obturación e impida su extrusión [Weine y cols 1975]. Esto ha de lograrse con independencia de la técnica elegida.

La configuración del conducto mediante la preparación seriada se realiza con instrumentos digitales (limas y escariadores) y fresas o taladros montados en piezas de mano a media velocidad. Como el canal se ensancha progresivamente en dirección ápico-coronal, es necesario determinar de forma precisa la longitud real de trabajo, o conductometría, antes de comenzar a trabajar en él. La preparación apical se inicia con el instrumento que, llegando a la distancia correcta estimada, encaja ligeramente. El manejo de los aparatos en esta delicada zona se ajusta a la acción que llamamos "escariar", esto es, agrandar el agujero o el diámetro del conducto mediante un movimiento de rotación. Esto se puede llevar a cabo con escariadores y con limas. Siempre hay que mantener el conducto húmedo y, tras el uso de cada instrumento, recapitular con la lima utilizada en la conductometría para mantener la longitud de trabajo y liberar los fragmentos de dentina desprendidos, e irrigar profusamente con el fin de evacuarlos. Una vez acabada la preparación apical, la conicidad del resto del canal se logra acortando progresivamente la longitud de trabajo en cada uno de los instrumentos utilizados, empleando para ello un efecto de limado en todo el perímetro del conducto, mediante un desgaste y alisado aplicando la superficie de la lima a las paredes dentinarias .

Las fresas de Gates-Glidden (números 2, 3 y 4) pueden utilizarse en la parte recta del conducto si ya ha sido trabajado y rectificado parcialmente, de manera que los taladros penetran en una galería explorada y algo ensanchada previamente[Walton 1996]. Este instrumental está fabricado en acero

inoxidable y no posee la elasticidad típica de los instrumentos de Ni-Ti. Cuando es usado en conductos de molares, las fresas llegan con facilidad hasta la zona donde comienza la curvatura pero no alcanzan segmentos inferiores, por lo que la figura de la preparación adopta, a veces, la forma de un embudo, que no es la más ideal para recibir una obturación homogénea[Brau y Pumarola 2002].

Una variante de la preparación seriada, que también utiliza limas de manejo digital junto con instrumentos rotatorios, es la denominada preparación coronal-apical. Este procedimiento proporciona un ensanchamiento inicial del tercio coronario y medio del conducto radicular y avanza en dirección apical, cuyo abordaje se realiza al final de la secuencia operatoria. Acorta el tiempo de trabajo pero los resultados clínicos son similares a los obtenidos con la técnica de la preparación seriada. La incorporación de materiales flexibles permite realizar toda la secuencia operatoria con limas de Ni-Ti montadas en micromotores accionados a muy baja velocidad, en rotación continua, sin recurrir a las de uso digital en la zona apical[Walton y Rivera 1996].

La técnica de las fuerzas balanceadas emplea limas con punta no cortante y su manejo combina una presión apical y un movimiento de rotación en sentido antihorario. Hay pruebas de que este método permite al instrumento permanecer más centrado en el conducto, con menor transporte apical [Kyomen y cols 1994].

Otros procedimientos de limpieza y conformación de los conductos (ultrasonidos, láser, técnica hidrodinámica no instrumentada) se han ensayado con más o menos acierto, con el mismo objetivo que las técnicas tradicionales. Algunos se revelan prometedores[Lussi y cols 1994 , Levy 1992].

Los instrumentos sónicos y ultrasónicos introducidos en Endodoncia pretenden conseguir una acción mecánica de conformación del conducto y, más específicamente, mejorar la limpieza de las paredes dentinarias. Generan una energía que transmiten a la solución irrigante a través de la lima insertada en el canal, que debe moverse libremente, lo que se traduce en ondas acústicas que originan turbulencias y un rápido movimiento de las partículas de fluido capaz de desprender restos orgánicos del conducto radicular. El ensanchamiento de éste es indiscutible, pero escaso, y su principal eficacia radica en incrementar la limpieza propulsando el irrigante a través del sistema canalicular. Para Calas y Terrie[1990] sólo mediante el empleo de ondas acústicas se puede limpiar el sistema de conductos en toda su totalidad, inclusive en zonas profundas difícilmente accesibles a la acción del limado.

El láser Nd:YAG ha encontrado una aplicación en Endodoncia como instrumento de limpieza eficaz y, a juicio de Levy[1992], es capaz también de conseguir una preparación cónica desde la parte apical hasta la coronal del conducto. El rayo se dirige a través de una fibra óptica flexible con un sistema de refrigeración que suministra un nebulizador de agua-aire.

La técnica no instrumentada (NIT) utiliza una máquina para desbridar los conductos sin necesidad de recurrir a los instrumentos tradicionales. El aparato desarrolla una cavitación controlada en el espacio pulpar mediante campos de presión alternantes que generan burbujas de diferentes tamaños. Este sistema utiliza presión reducida, lo que, teóricamente, impide que el irrigante sobrepase el foramen apical. Lussi y cols[1994] opinan que la capacidad de limpieza es, como mínimo, igual a la conseguida con instrumentación manual. El procedimiento, que prescinde de instrumentos convencionales (limas), ha sido sometido a examen por Attin y cols[2002] para probar su suficiencia y sus resultados revelan escasa capacidad de limpieza, tanto más manifiesta cuanto más apical es la zona considerada, de tal suerte que el último tercio del conducto alberga restos orgánicos en el 80% de los casos.

1.4.2.2 Limpieza

La acción de desgaste dentinario, que es consecuencia del limado de las paredes del conducto, tiene un doble propósito: por una parte contribuye a darle la forma adecuada y, al mismo tiempo que amplía la luz del espacio pulpar, retira restos orgánicos que impregnan y tapizan la dentina intrarradicular, exponiendo un tejido dental más interno y menos contaminado. Esto significa que mediante la técnica de preparación se realiza simultáneamente la limpieza. Los instrumentos que ensanchan el conducto son, pues, unos eficaces agentes limpiadores[Bystrom y Sundqvist 1981] y consiguen una limpieza mecánica que comporta la formación de residuos que precisan ser evacuados; de otro modo, el conducto se convertiría en un almacén de desechos que obstruiría la secuencia operatoria. La irrigación constituye, pues, es un elemento extraordinariamente importante de la preparación, facilitando, además, el deslizamiento de los instrumentos en el conducto por su poder lubricante.

Los trabajos in vitro de Siqueira Jr.y cols[1999], indican que es posible una reducción mayor del 90% de la población bacteriana de los conductos radiculares mediante la acción mecánica de raspado que ejercen las limas incluso irrigando con solución salina estéril, que carece de propiedades antibacterianas. Una de las principales funciones de las soluciones irrigantes es, pues, despejar la zona de trabajo de detritus orgánicos que de otra forma bloquearían la luz del conducto. Es conveniente que los líquidos empleados posean propiedades adicionales, tales como cierta capacidad antibacteriana, poder disolvente de tejidos orgánicos no accesibles a la acción del limado, baja toxicidad, facultad de eliminar el barro dentinario y ser tolerables al olor y al gusto[Walton y Rivera 1996].

Las soluciones utilizadas son muy variadas. La más célebre es el hipoclorito sódico al 2,5 %. La capacidad oxidante al transferir el átomo de oxígeno le otorga propiedades desinfectantes, sobre todo in vitro[Walker y del Río1991]. Mientras Baumgartner y Cuenin[1992] le adjudican la capacidad de disolver tejidos blandos en regiones inaccesibles a los instrumentos mecánicos, los estudios realizados por Goldman y cols[1982] con microscopia electrónica de

barrido revelan una eficacia escasa de esterilización y disolución del tejido pulpar. Diversas soluciones de enjuague estudiadas por Ohara y cols[1993] han demostrado efecto antibacteriano (clorhexidina, agua oxigenada, REDTA), aunque el peróxido de hidrógeno es desaconsejado por el fabricante del sellador de conductos AH 26 por su interacción.

Lo más prudente, a efectos de una limpieza adecuada, es considerar necesario el contacto previo de las limas con las paredes del conducto y tener en mente que el campo de acción del irrigante, y, por lo tanto su eficacia, depende más del sistema de aplicación que de la solución per se[Walton y Rivera 1996].

El contacto de los instrumentos en el conducto genera la formación de una película orgánica y microcristalina que tapiza las paredes de los canales radiculares. Esta capa se denomina barro dentinario y puede ser eliminada con irrigantes con acción quelante y descalcificante, como el EDTA (ácido etilendiamino-tetra-acético) [Vassiliadis y cols. 1996] , el ácido cítrico[Olmos y cols 2000, Yamaguchi y cols 1996] y el ácido fosfórico[Padrós y Rodríguez 2002] a diversas concentraciones. Aunque la mayoría de los investigadores recominendan eliminar ese residuo orgánico, actualmente no existe un criterio unánime a favor o en contra de la permanencia del barro dentinario[Moss y cols 2001]. Estudios recientes llevados a cabo por Grawehr y cols[2003] han demostrado que el empleo conjunto de EDTA y ClONa mantiene la capacidad descalcificante del ácido pero conlleva la pérdida de eficacia del hipoclorito sódico.

1.4.3 Obturación.

Una vez satisfechos los objetivos de limpieza y conformación, el siguiente paso es la obturación. La obturación consiste en introducir unos materiales que ocupen totalmente la luz del conducto, con el propósito de cerrarlo por los dos extremos y hacerlo impermeable, impidiendo el paso de sustancias a su través [Gutmann y Whitherspoon 1999].

Aunque las lesiones periapicales de origen endodóncico pueden curar tras una limpieza y conformación adecuadas del conducto sin obturación ulterior [Walton y Johnson 1996], su importancia es manifiesta, de tal suerte que Berutti[2003] considera que las bacterias atrapadas en una obturación hermética dejan de ser viables.

Generalmente, la obturación puede efectuarse en la misma sesión clínica en la que se realiza la preparación biomecánica del conducto. No obstante, hay que considerar con atención ciertas situaciones (incapacidad de mantener seco el canal, síntomas del paciente, etc.) que recomiendan más prudencia que

audacia. En estos casos es conveniente obturar provisionalmente el conducto con hidróxido de calcio y posponer la obturación definitiva hasta disponer de indicios que aconsejen su terminación[Holland y cols 1979].

Es bien sabido que el éxito en Endodoncia no es fruto del azar. La obturación hermética del conducto puede considerarse sin exagerar la columna vertebral del tratamiento[Grossman y cols 1964], bien entendido que esto sólo es realizable si el conducto, previamente, ha sido trabajado convenientemente, pues es clara la concatenación de todos los peldaños del proceso terapéutico endodóncico.

La obturación del canal intenta secuestrar en su interior los detritus orgánicos que no se retiran con la preparación biomecánica y los producidos yatrogénicamente por la instrumentación[Walton y Torabinejad 1996]. Así pues, el mantener impermeable toda la longitud del conducto evita la liberación hacia los tejidos periapicales de los restos que no han sido eliminados y el aporte exógeno de potenciales irritantes.

La obturación es una referencia para determinar la calidad del tratamiento endodóncico; no obstante, es más importante "lo que se saca del canal que lo que introducimos en él "[Walton y Johnson 1996, Chong y Pitt 1992].

Según la opinión de estos autores, debido a la dificultad que entraña una total limpieza del complejo sistema de conductos, el objetivo básico de este procedimiento debe consistir en neutralizar, secuestrando dentro de nuestra preparación, los restos producidos por la instrumentación y los que naturalmente existen y no fueran eliminados, más que lograr una "obturación hermética tridimensional de la totalidad del espacio del canal radicular" [Schilder1974], porque, siendo ésta una ambición deseable y un concepto seductor a tener en mente, se revela como más ideal que práctico según el criterio de Jungmann y cols[1975]. Así mismo, otros autores[Gouveia y cols 2002, Wong 1981] afirman que con los medios disponibles (técnicas y materiales) no es posible completar una obturación total de la complicada maraña de conductos existente (accesorios, deltas, laterales. etc).

Los materiales alojados en el conducto radicular deben poseer la propiedad de obturar sin resquicios la totalidad de la preparación. Para tal fin se emplean conjuntamente la gutapercha y los selladores de conductos, al no existir un solo producto que simultáneamente garantice el relleno y el sellado[Claisse y cols 1985].

1.4.3.1 Técnicas de obturación.

Cualquiera de ellas persigue rellenar lo más densamente posible el conducto radicular hasta ocupar totalmente el volumen disponible.

Atendiendo a la naturaleza de los productos incluidos en el conducto podemos clasificarlas en dos grupos: Las que utilizan a la vez un núcleo (gutapercha, conos de plata) y sellador y aquellas otras que se sirven únicamente de los selladores. Describiremos, en primer lugar, los métodos que manejan gutapercha y sellador por constituir prácticamente la totalidad de los procedimientos de obturación[Nguyen 1991] y, por último, incluidas en otro grupo, otras técnicas.

1.4.3.1.1 Técnicas de obturación con gutapercha y sellador.

La técnica más popular es la denominada "condensación lateral de la gutapercha o de la condensación en frío". Este método permite incrementar la cantidad final de gutapercha en el conducto y disminuir la del sellador al producirse un flujo del cemento sobrante hacia el exterior [Almenar 2002]. Estudios in vitro han mostrado la capacidad de la gutapercha de acomodarse a las paredes dentinarias del conducto bajo presión, proporcionando una obturación tridimensional cuando se utiliza con un sellador y se condensa adecuadamente[Mann y McWalter 1987].

Este procedimiento de obturación presenta las siguientes características:

1. El cono de gutapercha elegido debe ser compatible con la lima apical principal, llegar a la longitud de trabajo y ajustar ligeramente (como la preparación del conducto es cónica, no es preciso que encaje firmemente). Debido a que el calibre apical de los conos de gutapercha clasificados según la norma ISO no siempre coincide con el número de la lima usada, no es rara una discordancia de un número arriba o abajo del cono elegido con la lima apical principal. Este hecho no es extraño y lo refieren varios estudios que demuestran la heterogeneidad y variación de los diámetros apicales de los conos de gutapercha clasificados como del mismo calibre[Pesce y Medeiros 1994].

2. La punta de gutapercha se retira del conducto para introducir el sellador (por ejemplo con una lima, girándola en sentido antihorario) y se vuelve a acoplar.

3. En este momento, se realiza una radiografía para comprobar que la gutapercha se encuentre a la distancia adecuada del ápice.

4. Se inserta luego un espaciador fino (preferiblemente digital porque provoca menos tensión en el estuche dentinario en comparación con los denominados palmares) en dirección apical, que puede ser curvado en su extremo para adaptarlo mejor a la forma de la preparación, y que llegará en esta ocasión a poco menos de 1 mm del ápice si el conducto fue bien trabajado.

5. Tras extraer el espaciador, se introduce un cono auxiliar de gutapercha impregnado de cemento sellador, repitiendo la operación anterior tantas veces como sea preciso, dirigiendo el condensador lateral en dirección apical y ejerciendo una fuerza contra las paredes dentinarias y el material de obturación, hasta que aquél no pase del tercio medio. Todas estas maniobras permiten crear un molde en el seno de la gutapercha, proporcional a la longitud y grosor del instrumento. Como la gutapercha no es elástica, no recupera su forma al retirar el espaciador, lo que facilita la inserción de conos accesorios, que discurren pasivamente ocupando el hueco formado. Se ha recomendado que el diámetro de las puntas de gutapercha adicionales se ajuste al del espaciador, pero ciertos autores no encuentran diferencia al medir el porcentaje de gutapercha dentro del canal, cuando seccionan transversalmente la raíz y estudian cada sección mediante un programa de análisis de la imagen, bien sea empleando los conos accesorios del mismo calibre que el espaciador seleccionado (MF) o ligeramente mayores (nº 25) [Vangheluwe y Wilcox 1996].

Una alternativa consiste en obturar el conducto con el cono principal y dos o tres auxiliares, verificar la calidad de la obturación con una radiografía, despejar la entrada cervical del canal cortando el exceso de gutapercha, atacarla axialmente con un compactador y repetir las maniobras hasta rellenar totalmente el conducto.

6. La gutapercha que queda fuera del conducto se elimina cortándola con un instrumento caliente

7. El material de obturación se compacta verticalmente con un atacador. Esta manera de trabajar produce un sellado más aceptable con independencia de la técnica elegida para obturar los canales (condensación lateral o vertical). Así lo recogen los resultados de Yared y cols[1997].

La condensación lateral de la gutapercha es una técnica relativamente sencilla, manejable en la mayoría de las situaciones, no requiere un instrumental especialmente sofisticado y permite ciertas variaciones en el procedimiento, es decir, tolera modificaciones; éstas incluyen el reblandecimiento de la gutapercha con solventes (técnica de la eukapercha) o bien con calor (condensación lateral de gutapercha caliente) [Walton y Jonson 1996].

Con objeto de conseguir una obturación hermética, se han ideado técnicas alternativas a la condensación lateral que aprovechan las propiedades que brinda la gutapercha de transformarse físicamente de forma alfa en beta del poli-trans-isopreno[Beer y cols 1998] al calentarla, para adaptarla mejor al interior del conducto, con el propósito de hacerla más capaz y que selle mejor. Los distintos procedimientos nacen de esa facilidad de transformación y ambicionan mejorar el sellado, aduciendo una incapacidad de la condensación lateral para lograr una obturación tridimensional[Budd y cols 1991].

Se han descrito las siguientes técnicas de gutapercha termoplástica, denominadas así por utilizar una fuente de calor para reblandecer el polímero:

1. Condensación Vertical.

Descrita por Schilder[1967]. Utiliza gutapercha en pequeños incrementos que son calentados, ablandados y compactados verticalmente dentro del conducto. Para ello se emplean espaciadores de diferentes tamaños que transfieren calor a la gutapercha hasta el relleno total del espacio pulpar. Según Smith y cols[2001] la penetración más profunda de calor durante la condensación vertical mejora la obturación tridimensional del conducto y no comporta riesgo de lesión periodontal si el límite apical de la fuente de calor se mantiene a tres mm de la longitud de trabajo .

2. Termocompactación o técnica de McSpadden.

Fue introducida en 1980. El calor lo produce la rotación de un instrumento cilíndrico de Ni-Ti cuyo resalte helicoidal está orientado en sentido opuesto a los tornillos normalizados, y va conectado a un micromotor que le imprime un giro en el interior del conducto, forzando lateral y apicalmente la gutapercha del cono principal colocado previamente[Jiménez 1994.].

3. Inyección de gutapercha termoplástica.

Puesta en uso por Yee y cols[1977]. La gutapercha caliente se aplica mediante cánulas conectadas a un dispositivo que la inyecta en el conducto. Una vez depositada se condensa apicalmente mediante atacadores. Dependiendo del sistema utilizado, la gutapercha se calienta a 160° C (gutapercha a alta temperatura, Sistema Obtura II), o bien a 70° C (gutapercha a baja temperatura, Sistema Ultrafil).

4. Sistemas transportadores de gutapercha (Thermafil, Densfil, Quick-Fill).

Emplea vástagos recubiertos de gutapercha. Estas barras o varillas son flexibles y las hay de plástico, titanio y acero inoxidable. Se introducen en calentadores que reblandecen la gutapercha, que se lleva al conducto con el aplicador, el cual es cortado a nivel cervical del mismo[Glickman 1996].

1.4.3.1.2 Otras técnicas de obturación.

El empleo de conos de plata como sustitutos de la gutapercha ha caído prácticamente en desuso, aunque según Fogel[1977], la técnica de condensación lateral puede aglutinar convenientemente el cono de plata con puntas auxiliares de gutapercha utilizando un sellador, con resultados similares a los obtenidos únicamente con gutapercha y sellador. No obstante, el uso de los

conos de plata es desaconsejado por Pineda[1994], quien considera que escasamente pueden llenar el conducto y que el sellado conseguido al utilizar conos de plata sólo se obtiene por accidente. Este autor destaca el alto porcentaje de fracasos a largo plazo cuando lo compara con la gutapercha como material de obturación, además de la poca adaptabilidad de los conos de plata a las paredes del conducto y la dificultad que supone retirarlos del canal cuando es necesario rehacer la endodoncia o disponer de espacio para colocar un poste radicular. Yates y Hembree[1980] demostraron que utilizando gutapercha como material de obturación junto con un sellador, se reducía significativamente la filtración al compararla con los conos de plata y el mismo sellador.

Algunos autores destacan la utilidad de técnicas que emplean exclusivamente selladores como materiales dentales para el sellado de los canales radiculares, sin la asistencia de conos de gutapercha. Esta alternativa está recogida en la Norma ISO 6876/1986 y ha sido adoptada por el Comité Europeo de Normalización. Esta norma internacional especifica los requisitos que deben cumplir los materiales empleados para la obturación permanente de los canales radiculares con o sin el apoyo de puntos de obturación. Pues bien, Lussi y cols[1999] afirman que la técnica no instrumentada es válida para tal fin. Dabas y Dabas[2001] utilizan técnicas de inyección del sellador con dispositivos semejantes a los que se emplean con la gutapercha termoplástica. Ambos sistemas han demostrado, al menos experimentalmente y según los autores antes mencionados, una capacidad de sellado superior al conseguido con la técnica de condensación lateral de la gutapercha.

1.4.3.2 Materiales empleados en la obturación del conducto.

Aunque son varios los métodos de obturación propuestos, todos los actualmente en boga utilizan dos tipos de materiales: la gutapercha y los selladores de conductos. Según Pumarola y Roig[1996] nunca ha de emplearse uno u otro material de manera exclusiva.

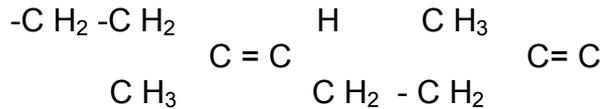
El núcleo o elemento primordial al cual se agregan otros para formar un todo lo constituye generalmente la gutapercha y, mucho menos frecuentemente, los conos de plata. Estos materiales se utilizan con los denominados selladores, que actúan uniendo íntimamente los productos introducidos en el conducto con las paredes dentinarias y aglutinando aquéllos entre sí.

Gutapercha.

La etimología de la palabra gutapercha proviene del malayo "gata", goma, y "percha ", nombre indígena de las islas de Sumatra.

Es un polímero natural, una goma sólida y flexible (se dobla con facilidad sin romperse) y de excelente resistencia química. Se obtiene con incisiones de un árbol que los botánicos llaman *Palaquium Gutta*.

Químicamente es el estereoisómero totalmente "trans" del caucho natural (hule). Es el poli-trans-1-4-isopreno. Los prefijos "cis" y "trans" (del latín a este lado y al otro lado, repectivamente) indican que los grupos metilo se hallan al mismo lado o en lados opuestos de la molécula.



Gutapercha

Los isómeros son compuestos diferentes con la misma fórmula molecular. Aquellos isómeros cuya diferencia únicamente radica en la orientación espacial de sus átomos, pero que son iguales entre sí en cuanto a qué átomos están unidos a cuáles otros, se llaman estereoisómeros.

La gutapercha, en contraste con el caucho natural (que es totalmente "cis"), carece de elasticidad. Sus cadenas pueden juntarse bien. Es, por lo tanto, altamente plástica, o sea, acepta las deformaciones ocasionadas por la fuerza aplicada. Esta plasticidad del material se debe a las ampliaciones de la cadena principal en lados opuestos de los enlaces dobles. La dureza de estos polímeros cristalinos naturales es el resultado de la configuración trans del 1, 4 poliisopreno.

La gutapercha se presenta en forma plana "alfa", que tiene un periodo de identidad de Rx de 0, 87 nm. (8,7 Angstrom) (este valor corresponde a la longitud de la unidad de repetición isopreno en la molécula) y un punto de fusión de 74 ° C. La forma alfa se transforma en "beta" cuando se calientan los isómeros de poliisopreno por encima de la temperatura de transición de 68 ° C. La forma no plana "beta" tiene un punto de fusión de 64 ° C. y un periodo de identidad de 0,48 nm (4,8 Angstrom) [Seymour y Carraher 1998]. La gutapercha "alfa" es más adhesiva y fluida que la " beta " [Pumarola y Roig 1996].

Este isómero se produce también comercialmente y se emplea con preferencia frente al equivalente natural por motivos económicos.

La gutapercha utilizada en Endodoncia adiciona otros productos cuyo principal componente es el óxido de zinc (alrededor del 70%), sobrepasando ampliamente la cantidad de "gutapercha" que posee cada cono [Friedman y cols 1975, 1977]. Ésta se cifra en torno al 20-25 %. Otros aditivos, entre un 5 y un 10% del total, lo constituyen metales pesados radiopacos, colorantes (eritrosina) y ceras [Marciano y cols 1993; Marlin y Schilder H 1973].

Existe, sin embargo, gran heterogeneidad en la composición de los conos de gutapercha de diferentes orígenes e incluso entre las puntas finas y gruesas de la misma marca[Marciano y Michalesco 1989] .

Según Moorer y Genet[1982] hay evidencias de que la gutapercha tiene una actividad débil, aunque significativa, antibacteriana. En presencia de conos de gutapercha, varias especies de bacterias se destruyen in vitro. Los conos de plata, en comparación, no poseen ese efecto o son considerablemente menos efectivos. También Padachey y cols[2000] comprobaron que la obturaciones realizadas con gutapercha (cono único) y sellador proporcionaba una barrera contra la penetración bacteriana más efectiva que los casos manejados exclusivamente con sellador.

Si nos atenemos a las opiniones de varios autores[Weine 1982; Schilder1967], la gutapercha es considerada como el mejor material para el relleno de los conductos radiculares, con independencia de la técnica aplicada. Además, se puede modificar físicamente con procedimientos que pretenden adaptarla más firmemente a las paredes del conducto (gutapercha termoplástica, tratada con calor; eukapercha, disuelta parcialmente en cloroformo).

El deterioro de la gutapercha comercial se ha asociado con la absorción de oxígeno del aire y la exposición a la luz. Sin embargo, los cambios de temperatura (desde -23 °C hasta 37 °C durante veinticuatro semanas) no ocasionan una pérdida de sus propiedades [Johansson 1980].

Selladores.

Otro de los cimientos de la obturación estriba en el empleo de los denominados "cementos de conductos o selladores de conductos". La finalidad de la sustancia cementante consiste en impedir la formación del llamado "espacio muerto " o vacío[Simoes 1968].

El uso de un sellador que ocluya los espacios existentes entre la gutapercha y las paredes del conducto es clave en la terapia endodóncica, y su empleo no es opcional, según lo demuestra el estudio de dientes obturados sin cemento sometidos a pruebas de filtración apical en diferentes intervalos hasta un máximo de veinticuatro semanas[Yared y Bou 1996].

Así mismo, Limkangwalmongkol y cols[1991] consideran suficientemente probada la necesidad del empleo de sellador, al comparar la filtración apical en dientes unirradiculares endodonciados con gutapercha y distintos selladores (AH 26, TubliSeal, Apexit, Sealapex), o bien sólo con gutapercha. Cuando se utilizó sellador, la filtración máxima registrada era de 2,28 mm frente a 8,37 mm en el grupo obturado únicamente con gutapercha.

Los selladores son químicamente muy variados y se los considera indispensables para lograr y mantener el sellado del canal, a tenor de los resultados que demuestran que con independencia de la técnica de obturación, la gutapercha sin sellador, no sella [Limkangwalmongkol y cols 1992, Skinner y Himel 1987; Younis y Hembree 1976]. Aunque estudios más recientes confirman esos resultados, Wu y cols [2000 b] observaron que la filtración de conductos obturados sólo con gutapercha se reduce al cabo del tiempo, lo que podría compensar, en parte, la filtración ligada a una disolución del sellador. No obstante, los autores no pudieron precisar en qué momento de los seis meses que duró el experimento mejoró el sellado.

Ventajas e inconvenientes de los selladores de conductos.

El empleo de un sellador durante la obturación aporta una herramienta imprescindible y su uso no es excusable [Curson y Kirk 1968]. Por lo mismo, se les exige un comportamiento idóneo y que cumplan lo que define su nombre: cerrar, tapar y cubrir los espacios existentes entre los conos de gutapercha (en la condensación lateral) y entre ésta y las paredes del canal radicular (cualesquiera que sea la técnica de obturación) Wu y cols [2000].

Los selladores se clasifican en función de su componente principal [Canalda 2003], lo cual significa que la mayoría de los preparados adiciona elementos secundarios. Esto comporta atributos diferentes (biocompatibilidad, adhesión) en productos catalogados como del mismo orden.

Las fórmulas comercializadas están basadas en alguno de estos tipos: óxido de cinc-eugenol, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio y resinas sintéticas. Otras sustancias han sido ensayadas (cemento de fosfato de cinc, composites, policarboxilato), pero no son materiales que se hayan probado con éxito [Zidan y El Deeb 1985, Barry y Fried 1975].

Branstetter y von Fraunhofer [1982] señalan que los cementos de uso endodóncico deben poseer ciertas características, tales como proporcionar un sellado hermético, no ser irritantes periodontales, con actividad bacteriostática / bactericida, insolubles en fluidos tisulares, radioopacos, buena adhesión a la estructura dental, tiempo de trabajo prolongado, no presentar modificaciones estructurales tras el fraguado, solubles en disolventes comunes para facilitar su retirada de ser necesario, tener una consistencia adecuada de mezcla y no manchar el diente. Las diferentes propiedades entre unos selladores y otros obedecen ciertamente a una composición química variada, pero también a métodos de estudio dispar utilizados en las investigaciones [Branstetter y von Fraunhofer 1982].

Halimi y cols [1990] establecieron una relación entre las propiedades físico-químicas de los selladores y sus consecuencias clínicas. Siguiendo a estos autores podemos considerar las siguientes:

1. Consistencia. Se define como la cohesión en el interior de la masa del producto. Una preparación demasiado fluida experimenta mayor contracción [Benatti y cols 1978] y es menos biocompatible[Griève 1972]. La consistencia óptima es una noción fuertemente ligada a los gustos personales de cada operador[Halimi P y cols 1990].

2. Espesor de la película. Depende de su densidad. Está directamente relacionado con el tiempo de endurecimiento[McComb y Smith 1976]. Un espesor fino facilita el asentamiento del cono principal[Orstavik1982].

3. Viscosidad. Es la resistencia interna de un líquido para fluir. Si el flujo es el correcto, permite obturar las irregularidades del sistema pulpar. Está ligada al espesor, tiempo de endurecimiento y cualidades reológicas del producto según ciertos autores, como Weisman[1970] , Urich y cols[1978]. Otras investigaciones no han podido relacionar la plasticidad, elasticidad y flujo con la viscosidad de la mezcla[Grossman 1976] .

4. Tiempo de endurecimiento. Inversamente proporcional a la humedad [Curson y Kirk 1968] y a la temperatura[Griève 1972].

5. Hermeticidad. Previene el ingreso y circulación de fluidos y microorganismos a través del conducto[Griève 1972].

6. Estabilidad dimensional. Le da el carácter de perenne a la obturación radicular. Muy variable según el producto considerado[Grossman 1976; Steward 1958]. Depende fuertemente de la consistencia de la mezcla, según Benatti y cols[1978].

7. Solubilidad. Ligada a la estabilidad dimensional. Resultados dispares según la fuente consultada[Holland y cols. 2000 , Swanson y Madison 1987, Orstavik 1983].

A pesar del abigarrado número de selladores comercializados no hay una superioridad objetiva manifiesta de ninguno en particular que autorice su uso en detrimento del resto. Esta es la conclusión de Barkhordar y cols[1989] al investigar la filtración apical con tinta India en dientes endodonciados con gutapercha y selladores de diversa composición: Roth's sealer(OZE), AH 26 (resina epoxy), Sealapex y CRCS (hidróxido de calcio).

Los resultados del trabajo de Miletic y cols[1999] sobre filtración apical de cinco selladores: AH 26, AH Plus, Diaket (clasificados como resinas sintéticas), Apexit (hidróxido de calcio) y Ketac Endo (ionómero de vidrio), ofrecen gran similitud con el ensayo de los autores anteriores. El método empleado en esta ocasión fue mediante un modelo de conducción de fluidos bajo presión positiva, que detecta la filtración por el movimiento de una burbuja de aire en un capilar de vidrio conectado a un extremo de la raíz que va a ser analizada. Todos los selladores mostraron un aceptable rendimiento sin ventajas de ninguno en concreto.

De otros estudios se deduce, por el contrario, una primacía de alguno de los selladores en concreto al considerar separadamente las cualidades expuestas anteriormente.

Jayalatha y cols[1998] otorgan la máxima capacidad de sellado in vitro a la resina epoxy AH 26 frente a Sealapex (hidróxido de calcio) y ZnOE (óxido de cinc eugenol). La eficiencia de los selladores fue puesta a prueba mediante dos tests : filtración bacteriana y penetración de un colorante.

Suprabha y cols[2002] comparan el sellado apical de AH 26 sin plata (una versión modificada de AH 26) y el logrado con TubliSeal (Óxido de cinc eugenol) y concluyen que la resina epoxy es manifiestamente superior.

Unos resultados análogos fueron obtenidos por Lee y cols[2002], quienes analizaron la adherencia de cuatro tipos de selladores de composición química variada a la dentina y gutapercha . La unión más estrecha, determinada por la fuerza necesaria para separar los dos cuerpos en contacto (sellador / dentina y sellador / gutapercha) fue conseguida en ambos casos por AH 26(resina epoxy). Entre los otros selladores, la afinidad más débil a la dentina la encontraron en Kerr (óxido de cinc-eugenol), seguida de Sealapex (hidróxido de calcio) y Ketac Endo (ionómero de vidrio); la adhesión a gutapercha fue, de menor a mayor, en Ketac Endo, Sealapex y Kerr. La idea de que la presencia de resina en los selladores refuerza su estabilidad dimensional, esto es, la propiedad de permanecer constante e inalterable, fue resaltada por Steward [1958].

Para Tokes y cols[1997] prevalece la opinión de que los cementos que contienen hidróxido de calcio (Sealapex) sellan peor que aquéllos otros basados en óxido de cinc-eugenol (Pulp Canal Sealer). Fundamentan su aseveración en los datos de un estudio sobre filtración apical en conductos rectos y curvos, sometidos a análisis tras la obturación hasta un periodo de tres meses mediante un sistema de transporte de fluidos.

Contrastando con el ensayo anterior in vitro, Holland y cols[2000] estudiaron el comportamiento de los tejidos apicales al exponer el material de obturación radicular al medio bucal, que es altamente séptico. En sus conclusiones admiten la posibilidad de que algunos tipos de cemento endodóncico pueden reducir el grado de contaminación mejor que otros. Los datos se fundamentan en el análisis histológico de dientes de perros obturados con dos tipos de selladores: óxido de Zn eugenol (S.S. White, E.U.A) frente a hidróxido de calcio (Sealapex). Los mejores resultados los obtuvieron con Sealapex. Observaron, incluso, que con este sellador no hay diferencia apreciable en las lesiones histológicas periapicales con o sin restauración coronaria.

Canalda-Sahli y cols[1992] adjudican los menores índices de filtración a Sealapex(hidróxido de calcio) al ensayar seis cementos comunes agrupados

en tres categorías : óxido de cinc eugenol (Endomethasone y Tubli-Seal), Sealapex y CRCS (hidróxido de calcio) y AH 26 y Diaket (resina). Su estudio lo llevaron a cabo con un método de análisis con radioisótopos. Uno de los peores resultados recayó en CRCS, del mismo grupo que Sealapex.

Además de las propiedades sellantes, la actividad antibacteriana de los selladores ha sido resaltada por Branstetter y von Fraunhofer[1982] como un atributo necesario. Grossman [1988] indica que los selladores que no son bacteridas, al menos no deben promover el crecimiento microbiano . La importancia de una acción germicida es manifiesta desde el momento que la etiología infecciosa se ha invocado como la causa principal de fracaso del tratamiento endodóncico[Siqueira Jr 2001, Pitt 1982] .

Al Khatib y cols[1990] compararon la potencia antibacteriana de varios selladores clasificados en tres grupos: OZn-eugenol, hidróxido de calcio y epoxy resina . Los selladores cuya composición incluía la molécula de eugenol mostraron mayor potencia germicida que cualquiera de los compuestos de hidróxido cálcico. AH 26 fue el sellador más efectivo frente a *Bacteroides endodontalis*. Estas bacterias Gram - están a menudo implicadas en procesos degenerativos pulpaes[Baumgartner 1996] .

Heling y Chandler[1996] investigaron la capacidad antimicrobiana de cuatro selladores de conductos dentro de los túbulos dentinarios una vez eliminado el barrillo dentinario e infectados con unas cepas de *Enterococcus faecalis*. Los cementos eran Pulp Canal Sealer EWT (del tipo óxido de cinc- eugenol con un tiempo de trabajo prolongado), Sealapex (hidróxido de calcio), AH 26 (resina epoxy) y Ketac Endo (ionómero vítreo). Los efectos más potentes los encontraron en AH 26. Todos los selladores mostraron actividad antimicrobiana a las veinticuatro horas excepto Ketac Endo.

Con el fin de incrementar la eficacia antibacteriana de los selladores de ionómero de vidrio, se han incorporado en alguno de ellos (KT-308) diversas sustancias (plata y ceolita) . Según los resultados de Padachey y cols[2000, el producto comercializado (ZUT) con dichos agentes antibacterianos no ha satisfecho fehacientemente las expectativas cuando es usado como sellador. Por el contrario, otros trabajos indican que el ionómero de vidrio así modificado (ZUT) inhibe el crecimiento de *Enterococcus faecalis* (el mismo germen ensayado en el experimento anterior) en pruebas de laboratorio que emplean medios de cultivo típicos de la enterobacterias, mientras que el sellador original KT-308 permite una abundante proliferación bacteriana[Patel y cols 2000] . El comportamiento dispar de una especie bacteriana frente al mismo cemento puede deberse, según los trabajos de Pumarola y cols[1991] al empleo de cepas distintas .

Kaplan y cols[1999] comprobaron in vitro que la acción antibacteriana más eficaz y persistente era desarrollada por los selladores cuya molécula contenía eugenol y / o formaldehído (Procosol y AH 26). El número de especies microbianas que resultaban afectadas por Apexit (hidróxido de calcio) y AH

Plus (similar a AH 26, pero sin capacidad de eliminar formaldehído según el fabricante) era sustancialmente menor, y por último, Ketac Endo (ionómero de vidrio) desplegaba un ligero efecto antibacteriano frente a *Actinomyces israelii*.

La evaluación biológica de los materiales dentales, determinada según la norma ISO / TR 7405, sostiene la necesidad de que los productos no causen ningún daño irreversible cuando entren en contacto con los tejidos bucales. Siguiendo esta recomendación, algunos autores han propuesto una modificación en alguno de los componentes de los selladores que se revelan como más tóxicos. Así, Araki y cols[1993] al sustituir el líquido del sellador Canals , que consiste en eugenol, por ácidos grasos(Canals- N), lo encuentran mucho menos citotóxico. De igual manera, Gulati y cols[1991] documentan una respuesta inflamatoria más leve y pasajera en selladores del grupo óxido de cinc eugenol al prescindir del ácido eugénico e incorporar en su lugar glicerina. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Maseki y cols[1991], para quienes el grado de liberación de eugenol por parte del sellador Canals no guarda relación directa con la magnitud del daño histológico.

Margelos y cols[1989] señalan que las propiedades y biocompatibilidad de los selladores depende de la pureza de sus componentes. Su estudio contempla cuatro cementos comercializados con fórmulas que decían ajustarse a la del sellador tipo Grossman (basado en óxido de cinc eugenol), y hallaron impurezas de Pb claramente más elevadas (80-510 ppm) que las que pueden encontrarse en el control (2 ppm).

Aunque en la terapia endodóncica la adhesión de los selladores es una propiedad en la que se apoya el éxito del tratamiento, de hecho, la mejor capacidad de sellado, o el mayor efecto antibacteriano, no siempre se asocia a una histocompatibilidad idónea. Hay investigadores que recomiendan seleccionar aquéllos que dañen menos los tejidos apicales (pH más alcalino) aunque posean menor fuerza adherente[Huang y Kao 1998]. Por su parte, Riccio y Piccirillo[1989] reclaman la necesidad de prescindir de aquellos selladores con fórmulas complejas que incluyen componentes a menudo innecesarios y potencialmente dañinos . Esta idea es compartida por Geurtsen y Leyhausen[1997], quienes se inclinan por el uso de cementos selladores del tipo hidróxido de calcio, y abogan por el abandono de aquéllos que son más citotóxicos, como los que continen formaldehído en su molécula (Endometasona y AH26 entre otros).

Ciertos autores, sin embargo, al comparar la acción patógena de tres selladores cuya fórmula contiene hidróxido de calcio (Sealapex, CRCS y Apexit), encontraron que todos ellos eran citotóxicos cuando eran examinados veinticuatro horas después del fraguado. La mayor agresividad la mostró Sealapex, seguido de CRCS[Beltes y cols 1995]. Es interesante destacar que el pH más alto de los selladores anteriores corresponde, según da Silva y cols[1997], a Sealapex y, en orden decreciente, CRCS y Apexit. Estos resultados contradicen la opinión de los investigadores expresada en el párrafo

anterior, quienes recominendan seleccionar los selladores cuyo pH es más alto por ser, según ellos, más inocuos.

Asimismo, los estudios de Bernáth y Szabó[2003] realizados en pitecos seis meses después del ensayo, confirman la existencia de alteraciones inflamatorias periapicales cuando el sellador sobrepasó el foramen apical, con independencia de la composición química del cemento considerado : Apexit (hidróxido de calcio) , AH 26 (resina epoxy) , Endomethasone y Grossman´s sealers (OZE). Los autores detectaron leve respuesta linfopolasmacitaria incluso en aquellos casos donde el sellador AH 26 y Endomethasone quedaba confinado dentro del conducto.

Las investigaciones in vivo de Chiva y cols[2003] han demostrado, contrariamente a otros estudios, la biocompatibilidad de Endometrasona, más patente incluso que AH Plus (muy similar a AH 26, salvo que no libera formol)

De los selladores disponibles, ninguno satisface los requisitos anteriormente propuestos por Branstetter y von Fraunhofer[1982], por lo que ciertos investigadores[De Deus y cols. 2002] recomiendan obturar con técnicas que proporcionen una masa de gutapercha más densa y una menor película de cemento, al considerar los selladores como la parte frágil de la obturación. No obstante las limitaciones, continúan representando un elemento imprescindible para evitar la filtración, mejorando la adaptación de la gutapercha a las irregularidades dentinarias Marshall y Massler[1961].

A continuación se expondrá detalladamente la composición química del sellador AH 26, que facilitará el conocimiento de su estructura y propiedades. Los autores consultados han sido McMurry [2000], Richardson y Lokensgard [2000], Gil[1997]; Ladrón de Guevara y Moya[1995], Horta Zubiaga[1994], Horta Zubiaga y cols[1993], Gómez Antón y Primo Yúfera [1994], Corcuera y cols[1991], Ballesteros Moreno[1978], Smith Jr. y Cristol[1970].

AH 26 es el nombre de un sellador de conductos clasificado químicamente como resina. Introducido en Endodoncia por Schoeder[1959], este autor resalta las óptimas propiedades dimensionales y buena capacidad radiopaca.

Los plásticos y resinas son una clase de polímeros artificiales, junto con los elastómeros y las fibras sintéticas. La palabra plástico tiene dos acepciones diferentes según sea utilizada como adjetivo o como nombre. Como adjetivo se refiere a " la propiedad que presentan algunos productos de origen mineral o de naturaleza orgánica de ser deformados cuando aplicamos una fuerza externa sobre ellos, siendo susceptibles de conservar, por endurecimiento, la forma que se les haya dado" . Así, la arcilla y la cera, entre otros, son materias plásticas usadas desde la antigüedad. Esta propiedad es externa, accidental, y no atañe a la esencia de la sustancia. Utilizado como sustantivo se refiere a un material con una determinada naturaleza química, lo que le confiere unas propiedades características específicas. Según el British Standart Institute, los plásticos son " un grupo de compuestos sólidos, en su mayoría orgánicos, generalmente con

un sustrato de resinas sintéticas que poseen apreciable resistencia mecánica". Para la American Society for Testing Materials, " el plástico es un material cuyo componente esencial es una sustancia orgánica de peso molecular elevado, sólido en su estado final y moldeable en algunas de sus fases de elaboración ". El nombre científico correcto de estos compuestos es el de polímeros, esto es, macromoléculas compuestas de unidades llamadas monómeros. Su nombre procede del griego y significa " poli " = muchos, y " meroi " = partes. Cuando se les adicionan ciertos aditivos (colorantes, antioxidantes, disolventes, fotoprotectores, etc.), se denominan resinas o plásticos. El plástico, polímero más aditivo, es un producto no natural que se obtiene en la industria a través de reacciones químicas. Es, por lo tanto, un producto sintético.

Independientemente del tipo de polímero que se desea obtener, los procesos de polimerización se clasifican en dos grandes grupos: polimerización por adición o en cadena y polimerización por condensación o crecimiento en etapas.

Un polímero de adición tiene los mismos átomos en el monómero y en la unidad de repetición. Los átomos que constituyen el esqueleto del polímero son generalmente átomos de carbono

Los polímeros de condensación contienen menos átomos en la unidad de repetición del polímero que en los reactivos; ello es debido a la formación de productos secundarios durante el proceso de polimerización.

Las reacciones correspondientes pueden llamarse polimerizaciones de adición y de condensación, respectivamente.

Las reacciones de polimerización por condensación transcurren entre moléculas que poseen "grupos funcionales" capaces de reaccionar entre sí. Cada monómero en este tipo de reacción debe estar doblemente funcionalizado, para que la reacción transcurra un número importante de veces.

El bisfenol A diglicidiléter, o resina epoxy, que es uno de los constituyentes básicos del sellador de conductos AH 26, se obtiene por condensación de epíclorhidrina y de compuestos dihidroxílicos, como el bisfenol A. (El grupo funcional "alcohol" deriva de un hidrocarburo en el que un átomo de H se sustituye por un radical hidroxilo OH, pero existe una excepción a esta definición, y es, que si el OH sustituye a un átomo de H del anillo de un hidrocarburo aromático, el compuesto así obtenido no se denomina "alcohol", sino " fenol ") .

Estos prepolímeros, que contienen radicales hidroxilo y grupos terminales epoxy, son poliéteres. Su peso molecular no es muy alto y según su aspecto se presentan como líquidos viscosos (en el caso del AH 26) y, a veces, como sólidos.

La resina epoxy combina dos grupos funcionales diferentes. Al material resultante se le denomina copolímero, para diferenciarlo de los plásticos que contienen un solo tipo de grupo funcional, u homopolímeros.

Las resinas epoxy pueden reticularse o polimerizar a temperatura ambiente por reacción con poliaminas mediante polimerización escalonada. Este término, cinética escalonada o cinética de crecimiento escalonado, hace referencia a las polimerizaciones en las que el peso molecular del polímero aumenta de manera lenta y escalonada a medida que se incrementa el tiempo de reacción.

Aunque no existe ninguna clasificación de plásticos y resinas que sea unánimemente aceptada, la más común en las monografías sobre química industrial de plásticos los subdivide en termoplásticos y termofijos (termoestables).

Los plásticos que consisten en cadenas desconectadas se llaman termoplásticos. Aunque muy largas, sus moléculas tienen finales y no están ligadas químicamente entre sí, pudiéndose deslizar unas sobre otras al empujarlas. Cuando se calientan se pueden desplazar, y el material se ablandará o fundirá si se calienta lo suficiente.

Los plásticos termoestables tienen un fundamento químico diferente. Sus moléculas están químicamente unidas unas con otras. A estos enlaces se les llama reticulaciones. Si existen muchos nudos que unen los filamentos contiguos, el conjunto se dice que está " curado".

El término "curado" se usa para describir el proceso por el cual uno o más reactivos, por ejemplo en el caso del AH 26 un epoxy y un agente de endurecimiento tipo poliamina, son transformados de materiales de bajo peso molecular a redes altamente entrecruzadas.

La resina epoxy es termoestable. Estas resinas están unidas por moléculas que no forman cadenas lineales, como es el caso de los termoplásticos, sino espaciales, semejantes a las del fenol- formaldehído, con enlaces covalentes. El resultado final consiste en un polímero cuyas unidades están engarzadas de forma permanente mediante grupos que entrecruzan sus cadenas dando una red molecular tridimensional muy tupida que ya no es deformable, por lo que son estables frente al aporte de energía térmica.

Las resinas epoxy están formadas por macromoléculas portadoras de funciones epóxido capaces de ser convertidas a una estructura de red tridimensional. El término epoxy se utiliza indistintamente para indicar tanto el estado no curado como el curado.

La oxidación de hidrocarburos no saturados, es decir, con dobles enlaces en su molécula, se denomina epoxidación.

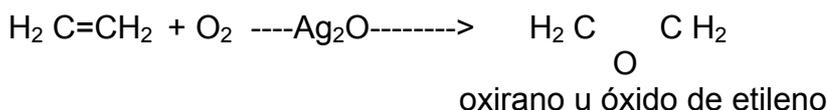
Los epóxidos u oxiranos son éteres cíclicos de tres miembros, en los que el ciclo está cerrado por el átomo de oxígeno que es característico de los éteres. Éstos vienen definidos por la función o grupo



pudiendo ser esta estructura simétrica, asimétrica y cíclica .

Cuando es cíclica, y debido al pequeño tamaño del anillo ,existe gran tensión en la estructura del ciclo, lo que convierte a los epóxidos en sustancias mucho más reactivas que cualquier otra clase de éteres.

El óxido de etileno es el oxirano más sencillo, y se obtiene por oxidación catalítica del etileno con oxígeno. El catalizador es el óxido de plata. Su función es aumentar la velocidad de la reacción sin recurrir al incremento de la temperatura.



Nótese que el nombre " óxido de etileno " no es químicamente correcto, porque la terminación -eno significa la presencia de un doble enlace en la molécula y en este caso no existe. Sin embargo, como el óxido de etileno deriva del etileno por la suma de una molécula de oxígeno, se emplea frecuentemente ese nombre. El nombre sistemático del óxido de etileno u oxirano es: 1, 2, epoxietano.

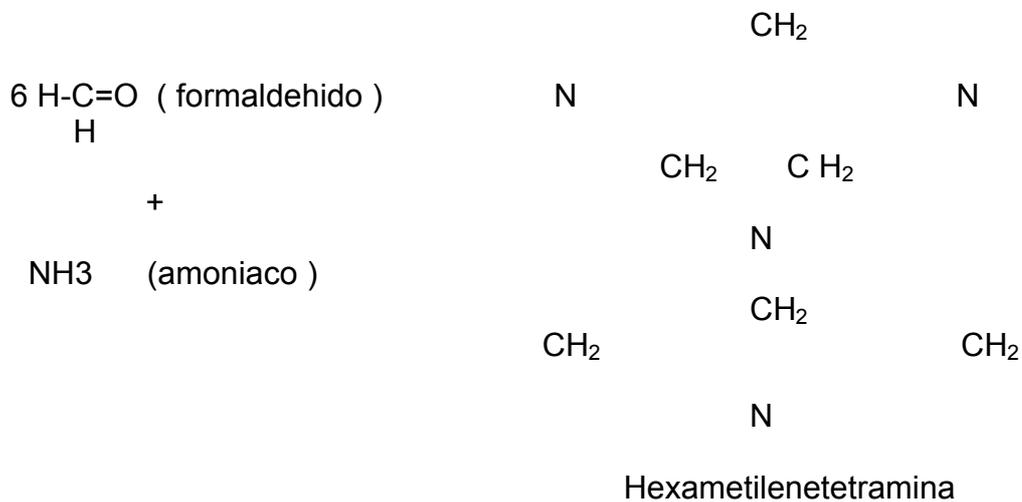
Las resinas epoxídicas resultan de la condensación de bisfenol A y epiclorhidrina, que es la denominación común del Clorometiloxirano. Éste se logra al añadir el radical Cl CH₂ al óxido de etileno.



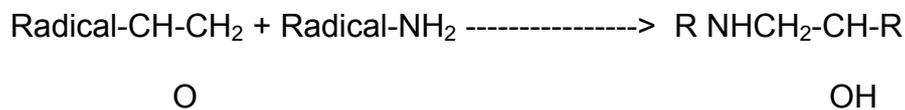
El átomo de Cl en la molécula de epiclorhidrina determina que el enlace Cl CH₂ se comporte como electrófilo en las reacciones polares con el nucleófilo Bisfenol A , lo que se conoce como " sustitución electrofílica aromática ".

Las palabras nucleófilo y electrófilo se utilizan para referirse a productos que intervienen en una reacción polar, esto es, enlaces formados por átomos de electronegatividad diferente, o lo que es lo mismo, átomos con mayor o menor afinidad por los electrones compartidos. Así, el átomo más electronegativo tiene una carga relativa de signo - , mientras que el otro es comparativamente

Ejerce únicamente acción bacteriostática. Los ensayos in vitro realizados por Pulgar y cols[2002] han demostrado que la HMT (polvo del AH26) posee acción estrogénica , tanto más marcada cuanto menor es la dilución (dosis dependiente). Este efecto colateral indeseable no lo hallaron en AH Plus, resina epoxy muy semejante a AH 26, desarrollada por el mismo fabricante.



Lo que distingue la química de fraguado de las resinas epoxy de la de otro tipo de resinas, es que en el caso de las resinas epoxy la reacción implica la apertura del anillo epoxy por la adición de moléculas de reactivo. La reacción simplificada es como sigue:



Es decir, la reacción de endurecimiento del sellador AH 26 (resina epoxy + poliamina) implica la conversión del grupo epoxy en un grupo hidoxilo.

Aunque los polímeros una vez formados constan de macromoléculas no absorbibles, y , por lo tanto, poco reactivas y no intrínsecamente tóxicas, las distintas sustancias, monómeros y de otro tipo que se emplean en su manufactura, son una fuente común de problemas tóxicos[Bratel y cols 1998].

El óxido de etileno u oxirano es muy irritante, además de mutágeno y carcinógeno en animales de experimentación. En trabajadores profesionalmente expuestos se ha demostrado el aumento de incidencias de neoplasias en el tracto digestivo, así como leucemias y cánceres urogenitales[Hogstedt y cols 1979].

La epícloridrina o clorometiloxirano es mutágeno, cancerígeno y tóxico para la reproducción [OMS / WHO 1987].

Según Thornton y Neilson[1987], parece ser que los epóxidos pueden causar cáncer mediante la unión del grupo NH_2 del nucleótido guanina con el polímero al abrir el anillo epoxy, de tal manera que impide el ajuste de la guanina con la citosina de ADN. Estas alteraciones implican mutaciones y con ellas se incrementa la posibilidad de carcinogénesis. Según los trabajos de Huang y cols[2001] el daño producido en el genoma por selladores tipo resina (AH 26, Topseal, AH Plus) es dosis dependiente y su acción tóxica es mayor que la de otros selladores de composición química diversa (hidróxido de calcio y OZE) . Kallus y cols[1983] comprobaron, en un ensayo con cerdos de Guinea, que las reacciones de hipersensibilidad se inducían más fácilmente con implantes subcutáneos de resina epoxy (AH 26) que con selladores cuya fórmula contenía OZE .

La reacción de fraguado del sellador AH 26 es mutágena y citotóxica [Schweikl y cols.1995; Koulaouzidou y cols. 1998] y se cree que el formaldehído (H_2CO) es el principal responsable de la elevada toxicidad durante el periodo de fraguado inicial[Leonardo y cols. 1999 ;Cohen y cols. 1998]. Incluso hasta seis meses después de fraguado, AH 26 es una fuente potencial de formol[Kock y cols 2201]. La acción antibacteriana que posee el sellador AH 26 se debe fuertemente a la presencia de esta molécula en su estructura[Canalda y Pumarola 1989].

No obstante, estudios in vitro realizados por Miletic y cols[2003] sobre mutagenicidad de AH 26 y AH Plus, han mostrado la inexistencia de aberraciones cromosómicas en linfocitos humanos cuando son utilizados a unas concentraciones que despliegan claros efectos citotóxicos en hamsters.

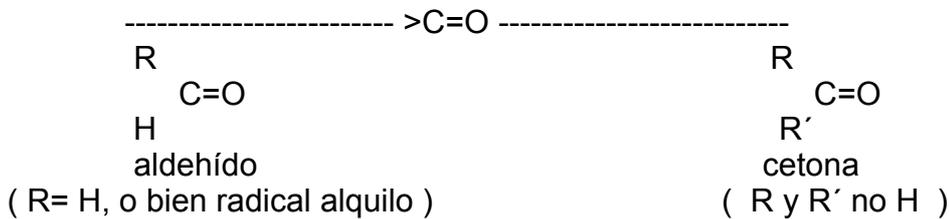
Hay que aclarar que los efectos deletéreos se pueden atemperar en algunas circunstancias. Así, la creación de un tapón apical reduce considerablemente la acción tóxica del material[Meryon y Brook 1990] ; una consistencia mayor del sellador, es decir, una mezcla más espesa, mejora sus propiedades sellantes y disminuye la toxicidad[Benatti y cols 1978]; los niveles de formaldehído detectados menguan cuanto mayor es el tiempo transcurrido[Koch 1999, Schweikl y cols. 1995].

La Hexametenetetramina (polvo del AH 26) , poliamina que se emplea como endurecedor de la resina epoxídica, es la génesis de la liberación de formol[Ladrón de Guevara y Moya 1995].

El formaldehído, aldehído fórmico, metanal o formol, pues de todas esas formas es conocido, es el aldehído más sencillo. Se logra por oxidación del alcohol metílico. Es desinfectante por actuar sobre el metabolismo coloidal de las proteínas de los gérmenes. A concentraciones apropiadas es efectivo contra bacterias, hongos y virus.

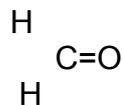
Los aldehídos son compuestos orgánicos que poseen el grupo carbonilo ($>C=O$).

Este grupo funcional lo comparten con las cetonas, pero difieren de éstas en las valencias libres del carbono.



Como todos los aldehídos, es muy reactivo. Entre sus numerosas reacciones son de destacar la unión a los grupos amino, lo cual explica su afinidad por las proteínas, formando complejos con las mismas y precipitándolas. También son capaces de reaccionar con las bases del DNA. Esta genotoxicidad explica la acción carcinógena de algunos aldehídos.

Cuanto más corto son los radicales del grupo carbonilo, más intenso es su efecto irritante y genotóxico. Los dobles enlaces incrementan proporcionalmente su acción tóxica. Ambas circunstancias se dan en la molécula de formol [Gutsche 1967], cuya fórmula es :



Hay otros compuestos químicos, distintos a los monómeros, que se emplean en la fórmula del AH26. Estos son: el dióxido de titanio, óxido de bismuto y, a veces, la plata.

Se utilizan como aditivos (materiales de relleno, reforzadores o materiales de carga) y se emplean para aumentar la resistencia estructural del polímero, como agentes colorantes, etc.

Todos ellos son metales de escaso interés toxicológico, pues sus efectos nocivos son leves.

Los depósitos de titanio en los tejidos adoptan color negro, generando tatuajes[Moran y cols 1991].

La plata, por su carácter precipitante de las proteínas, causa la formación de depósitos locales de color gris azulado sin significado patológico. Este cuadro se denomina argiria.

En pacientes expuestos a polvos de bismuto se han descrito la aparición de tatuajes marrón oscuro en la mucosa gingival[Wolff 1992].

El manejo del producto AH 26 no resulta sencillo por la dificultad que entraña dosificar los componentes, ya que la resina epoxy es un prepolímero que se presenta como líquido viscoso, y el catalizador, la hexametenetetramina , un sólido cristalino. Esta opinión es compartida por Fuss y cols[2000], quienes aseguran que la mayoría de productos dentales cuyo fraguado precisa de la mezcla de dos componentes, incluidos los selladores de canales, son comercializados con instrucciones de manejo pero no estrictas proporciones de dosificación, de tal manera que pueden conseguirse hasta cuatro consistencias diferentes dentro del rango considerado como recomendaciones del fabricante. Su trabajo contempla tres selladores de conductos, entre ellos AH 26.

El fabricante del sellador AH 26 recomienda " de 2 a 3 unidades de volumen de polvo mezcladas con 1 unidad de volumen de resina " (lo que equivale a 1,75 g de polvo por 1 g de resina). Explicación ésta poco ilustrativa. Más tarde aclara la manera de lograrlo : " mezclar hasta conseguir una consistencia homogénea que se haya elevado de 1,5 a 2,5 cm sobre la tablilla de cristal ". De precisar una mezcla más fluida, aconseja calentar ligeramente la mezcla, pero no indica la posibilidad de añadir más resina epoxy , que al actuar como disolvente y plastificante podría hacer menos viscoso el producto evitando templarlo a la llama. Para algunos investigadores la información que suministra el fabricante no es la más idónea, y prevalece la opinión de que con una mayor fluidez se consiguen los mejores resultados[Barthel y cols 1994]. La proporción de los componentes así conseguida viene a ser 0,8 g polvo / 1 g líquido , y la mezcla puede formar una columna de 0,8 cm aproximadamente al elevarla con la espátula antes de romper. Para otros autores, una mezcla más espesa mejora las propiedades de sellado y disminuye la toxicidad[Benatti y cols 1978].

1.4.4 Reconstrucción coronaria.

La última fase del tratamiento endodóncico consiste en proporcionar al diente una restauración definitiva que aporte a la vez sellado coronario y proteja convenientemente el remanente dentario[Panitvisai y Messer 1995]. Para ello es necesario conservar la mayor cantidad de estructura dental, fundamentalmente los rebordes marginales, que actúan de contrafuertes o

refuerzos que contrarrestan el empuje de la bóveda oclusal, esto es, de las cúspides[Reeh y cols 1989].

La necesidad de una adecuada restauración postendodóncica es tal, que algunos autores[Ray y cols 1993] otorgan mayor importancia en mantener la salud periodontal del diente endodonciado a la calidad de la reconstrucción coronaria, que la apariencia radiográfica de la obturación.

1.5 Indicaciones y contraindicaciones del tratamiento endodóncico.

La terapia endodóncica está indicada en aquellas situaciones en las que la pulpa experimenta alteraciones degenerativas irreversibles, asintomáticas o no, que devienen en daño[Coolidge 1960]. Esto significa que ciertas patologías pulpares reversibles al retirar la causa que las origina, (periodontitis aguda por hiperoclusión , caries que no han originado pulpitis, etc) deben ser tratadas por otros medios más respetuosos con la pulpa dentaria[Walton y Torabinejad 1996], debido a que ésta tiene funciones reparativas y formativas en un entorno de normalidad[Jiménez 1990], y que el tratamiento endodóncico es irreversible. Por otro lado, los casos de patología pulpar o periodontal que son consecuencia directa de una injuria dental irreparable constituyen una contraindicación a la terapéutica endodóncica. Por ejemplo, los signos y síntomas de una pulpitis irreversible, o bien la lesión periodontal que sobrevienen ambas tras una fractura en el plano vertical o eje axial del diente [Ehrmann y Tyas 1990] .

El tratamiento endodóncico está desaconsejado cuando los conductos presentan una morfología que imposibilita razonablemente alcanzar los objetivos de limpieza y obturación adecuados, como en los casos de resorciones dentinarias internas o externas muy acusadas , los portadores de conductos calcificados total o parcialmente y las raíces extraordinariamente curvas en las que la cirugía apical está contraindicada. Los dientes con resorciones radiculares apicales debidas a tratamiento ortodóncico deben excluirse de la terapia endodóncica, porque el proceso se detiene al eliminar la causa[Mattison y cols.1983]. Asimismo, las raíces incapaces de soportar un aislamiento con dique de goma son candidatas a la exodoncia[Cohen y Schwartz 1987].

Otras circunstancias que inclinan a la exodoncia son ajenas a la dificultad intrínseca del procedimiento endodóncico; así, por ejemplo, los dientes portadores de caries no restaurables[Rosenberg yTorabinejad 1996, Forner 1996], aquéllos cuyo valor funcional es escaso, como los terceros molares, y los dientes que poseen graves alteraciones periodontales[Forner y Rodríguez 2003, Matsumoto y Ngai 1987].

El ámbito de acción de la Endodoncia contempla, según ciertos autores, [Walton y Rotstein 1996] la posibilidad de tratar dientes con la pulpa viva y sana en procedimientos que suponen una agresión al endodonto, como ciertos tratamientos quirúrgicos, protésicos, blanqueamiento interno, etc.

1.6 Dificultades del tratamiento endodóncico.

1.6.1 Dificultades diagnósticas.

El primer paso que conduce al éxito es el diagnóstico adecuado. No siempre la claridad de los signos o síntomas es manifiesta y la certidumbre ha de apoyarse en el estudio de pruebas que revelen , no sólo alteraciones pulpares irreversibles sino la coexistencia de daño, situación ésta difícil de definir y precisar[Krell y Walton1986]. Por ejemplo, el insulto pulpar repetido como consecuencia de caries recurrentes puede originar degeneración de la pulpa con proliferación fibroblástica, lo que se traduce en metamorfosis cálcica que, per se , no requiere tratamiento endodóncico[Walton yTorabinejad 1996].

Ciertas patologías periodontales pueden remedar una causa pulpar. Las pruebas de vitalidad pulpar servirán para clasificar el problema como no endodóncico[Fuenmayor Fernández y cols 1999].

Hay alteraciones óseas perirradiculares, generalmente radiolúcidas, que pueden inducir a error. Por ejemplo, quistes radicales foliculares, lesiones malignas, granuloma de células gigantes, etc. De nuevo, las pruebas de vitalidad pulpar en unos casos y el examen anátomo-patológico en otros, conducirán al diagnóstico apropiado[Walton y Torabinejad 1996].

La identificación del dolor bucofacial como consecuencia de patología pulpar no es sencilla. El dolor que se origina en los dientes puede ser referido a otras estructuras y viceversa. Los músculos de la masticación, mucosa sinusal e incluso la enfermedad cardíaca pueden focalizar el dolor en el área dental [Holland 1996].

1.6.2 Dificultades operatorias.

Entre las dificultades operatorias que complican el tratamiento prevalecen las alteraciones o anomalías anatómicas de los dientes: *dens in dente*[Ruiz de Tremiño y cols1990], degeneración cálcica del espacio pulpar por aposición

dentinaria[Seltzer y Bender 1990], resorciones internas[Gonzalvo y Ruiz de Tremiño 1992], longitud del conducto exageradamente larga o muy corta, variaciones de la anatomía interna, malposiciones dentarias, curvaturas radiculares excesivas[Rosenberg yTorabinejad1996], etc.

Los errores en la secuencia operatoria también son una génesis de problemas que incomodan hasta el punto de poner en peligro el éxito del tratamiento, haciendo necasaria a veces la cirugía. Por ejemplo, las perforaciones en cualquier parte del espacio pulpar (cameral, lateral o apical) y la presencia de instrumentos fracturados que no pueden ser extraídos [Patterson 1984] .

Los casos que han fracasado constituyen un reto y su resolución es, en el mejor de los casos, complicada[Pérez Segura 1997]. El estado pulpar previo al tratamiento (biopulpectomía o necropulpectomía) también faculta para catalogar de difícil la terapia de los dientes con pulpa necrótica, si nos remitimos al menor porcentaje de éxito que se obtiene en las necropulpectomías[Friedman y col 2003, Sjögren y cols 1991].

Algunos aspectos relativos al paciente, como aprensión o ansiedad excesivas, limitación de la apertura bucal y ciertas enfermedades sistémicas, complican el procedimiento[Rosenberg y Torabinejad 1996]

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Técnicas de estudio.

Los experimentos in vitro que utilizan dientes humanos exodonciados para ensayar técnicas y comparar materiales es práctica común en los trabajos de investigación. Se piensa que los resultados así obtenidos reflejan más fielmente las condiciones clínicas in vivo que las derivadas de modelos de trabajo sintéticos, porque éstos, si bien son adecuados para el adiestramiento, no reproducen exactamente las propiedades de las muestras naturales[Weine 2003]. No obstante, ciertas características estructurales, como estabilidad dimensional bajo presión y óptima visibilidad para inspeccionar la adaptación de las obturaciones, hacen preferible su utilización a veces[Banegas y cols 2002, Briseño y cols 1988] .

El ámbito de acción de la Endodoncia se nos sustrae a la exploración visual directa. La recogida e interpretación de los resultados se fundamenta, pues, en pruebas indirectas o que modifican más o menos drásticamente la estructura de los ejemplares objeto de estudio: Radiográficas[Younson y cols 1995]; de filtración bacteriana[Chailertvanitkul y cols 1996.b]; filtración con colorantes [Veis y cols 1996]; mixta[Magura y cols 1991]; descalcificación para diafanizar el canal[Robertson y Leeb1982]; secciones y fracturas dentarias[Siqueira Jr y cols 1997], isótopos radioactivos[Czonstkowsky y Michanowicz 1985]; espectrometría [LaCombe y cols 1988] , etc.

2.2 Comparación de técnicas.

Es un hecho consumado que al comparar la eficacia de diversas técnicas , ya sean éstas de obturación, preparación del canal, etc., las investigaciones aportan frecuentemente resultados dispares. Hay la certidumbre de que esto no sólo depende de la habilidad o destreza de cada cual al ejecutar el experimento, sino de la importancia del método[Branstetter y von Fraunhofer 1982]. Así, una línea de trabajo que contempla tal sistema de análisis puede llegar a unas conclusiones distintas, sobre la misma cuestión, de aquella otra que no siga el mismo y utilice otros medios. Hemos de percatarnos de que métodos de trabajo diferentes pueden dar resultados distintos aplicados ambos al estudio de las mismas muestras . Este oxímoron está documentado en más de una ocasión. Para Barthel y cols[1999] el tamaño molecular del agente penetrante y tiempos de exposición reducidos pueden dervirtuar los resultados cuando se estudia el sellado de conductos mediante técnicas de filtración. Así,

empleando dos test diferentes(colorantes y bacterias) no se encuentra correlación entre los resultados de las dos pruebas: no hay desigualdad entre los selladores estudiados (AH 26, Ketac Endo y Roth's) cuando utilizan marcadores microbianos y, por el contrario, sí existe al emplear el colorante (Ketac Endo mucho mejor que AH 26).

Magura y cols[1991] estudian la penetración de saliva a través de conductos obturados con gutapercha y el sellador Roth's utilizando dos métodos de análisis : examen histológico y filtración de un tinte (tinta Pelikan). El colorante lo detectan diafanizando las muestras, y la saliva mediante secciones longitudinales empleando hematoxilina-eosina y un método (Brown and Hopps) para teñir bacterias. Resultado: la penetración del colorante tinta Pelikan es mucho mayor que la encontrada para la saliva y bacterias. Los autores consideran, sin embargo, más fiables los datos extraídos del examen histológico.

LaCombe y cols[1988] comparan el sellado apical conseguido con dos técnicas de obturación (gutapercha termoplástica y condensación lateral), estudiando los datos obtenidos al medir la penetración del colorante azul de metileno mediante dos métodos de análisis: lineal (fracturando axialmente los dientes) y por espectrofotometría. Resultado: no hay diferencias cuando se investiga la filtración al emplear la espectrofotometría y sí lo obtienen, por contra, con el primer método (condensación lateral superior a la gutapercha termoplástica).

Pommel y cols[2001] destacan la discordancia en los resultados obtenidos mediante tres métodos de investigación (filtración de fluido, electroquímico y penetración de un colorante) cuando estudian el sellado apical logrado con tres técnicas diferentes : thermafil, condensación vertical y técnica del cono único. Mientras que el método de filtración de fluido mostró que la condensación vertical era superior al thermafil y éste a la técnica del cono único, con el estudio de penetración del colorante los mejores resultados se obtenían con el thermafil. Finalmente, el método electroquímico no encontró diferencias significativas entre las tres técnicas. Esta grave falta de correlación lo explicaba Roydhouse[1968] :“ los experimentos in vitro sobre filtración marginal pueden mostrar una tendencia, pero no una realidad clínica. Los test de penetración, incluso en el laboratorio, tienen un valor limitado por el número de variables que no es posible manejar“.

Aunque uno de los métodos más comunes de verificar la filtración consiste en medir la penetración de un agente colorante, actualmente no existe una técnica unánimemente aceptada en lo concerniente al estudio y procesamiento de las muestras sometidas a este tipo de análisis. Ciertos autores[Siqueira Jr y cols 1997] recurren a la sección longitudinal de la raíz dividiendo el diente en dos mitades. De este modo la filtración sólo es posible analizarla parcialmente, porque permanece una parte del contorno inaccesible a la exploración. Barthel y cols[1994] utilizan cortes transversales, lo que les permite estudiar la totalidad del perímetro sacrificando material en el proceso. El riesgo que

comporta alterar el sellado al cortar en rodajas la raíz es nulo cuando se realiza con instrumental rotatorio a alta velocidad, según la tesis de Harrison y Todd[1980]. Las investigaciones de Weston y cols[1999] confirman los resultados anteriores, e insisten en la importancia que tiene el hacer coincidir el movimiento del disco sobre la superficie dental con la dirección de corte de la pieza de mano para prevenir el estiramiento y desgarro de la gutapercha y sellador durante el proceso.

Un tercer método de estudio consiste en diafanizar los dientes mediante descalcificación. Lucena y cols[2002] comprobaron que el rendimiento del método de estudio elegido para medir la filtración no es el mismo en todas las técnicas objeto de análisis, siendo unas más fiables que otras en demostrar el verdadero alcance de ésta. Según los autores, la diafanización registra más filtración que la observada mediante sección transversal. Asimismo, el trabajo llevado a cabo por Barbero y cols[1999] destaca la ventaja de la diafanización al compararla con otras dos técnicas (corte y desgaste) aplicadas al estudio de la filtración apical con colorantes. Consideran que el primer método es más exacto y proporciona mayor información sobre la morfología y obturación del conducto, aunque consume más tiempo en la preparación de las muestras. Khure y Kessler[1993] alertan sobre las consecuencias que tiene una deshidratación insuficiente en el proceso de diafanización. Estos autores encontraron en la mayor parte de dientes áreas oscuras en la raíz que dificultaban, aunque no impedían, medir la penetración del tinte.

2.2.1 Preparación biomecánica del conducto.

2.2.1.1. Aspectos mecánicos.

Existe una relación estrecha entre un conducto suficientemente conformado y un relleno homogéneo. Este criterio es válido en general para cualquier método de preparación del canal y de obturación con gutapercha y sellador.

Como la obturación está subordinada a una correcta preparación, todos los estudios destinados a establecer cuál es el método más idóneo de trabajar el conducto constituyen un análisis indirecto de la calidad de la obturación que es posible lograr. Sin embargo, las investigaciones que cotejan el aspecto del conducto radicular en función de la técnica empleada no son concluyentes. Algunos estudios basados en la superposición de imágenes radiográficas que evalúan las modificaciones en el ángulo de curvatura , en conductos mesiales de molares inferiores, producidos por cuatro técnicas (técnica convencional, técnica convencional con ensanche previo del tercio cervical del conducto, técnica escalonada y técnica de Ohio o de Mullaney] encuentran que con la técnica escalonada (preparación seriada) el conducto conserva apicalmente en muchos casos la curvatura original , mientras que en las tres restantes hay una modificación más o menos evidente[Rodrigo y cols 1996].

El trabajo de Basrani y cols[1998] muestra la existencia de transporte apical al incrementar el calibre del instrumento utilizado, pero sólo en aquellos casos en que previamente la curvatura radicular era importante. Su estudio lo realizaron con cuatro marcas de limas flexibles (Flexo File, Flexo Golden Medium, Micro Titane y Flexicut) sobre raíces dentarias con curvas leves, moderadas y severas.

Otros trabajos que comparan las desviaciones del grado de curvatura en conductos mesiales de molares humanos, tras el uso de limas de Ni-Ti y de acero inoxidable, no encuentran diferencia significativa entre ambos grupos [Samyn y cols 1996]. Como el uso de limas rígidas incrementa la posibilidad de modificar la forma del conducto de forma no deseable, parece lógico pensar que con una lima más flexible se obtuvieran mejores resultados. Al no suceder así, los autores creen que el grado de curvatura de los conductos empleados en este estudio era demasiado pequeño para mostrar diferencias.

Hidalgo y cols[1997] hallaron mayor índice de desvío apical y conicidad no gradual o discontinua con la técnica ultrasónica que con el uso de limas manuales, complementados ambos procedimientos con fresas Gates-Glidden.

Banegas y Zmener[2201] analizaron la morfología de treinta conductos radiculares artificiales curvos, contenidos en bloques de acrílico, que habían sido instrumentados mediante limas rotatorias de Ni-Ti (pertenecientes a los sistemas ProFile y Quantec), y una técnica escalonada que utiliza limas manuales de acero inoxidable y fresas de Gates-Glidden. Los mejores resultados los encontraron con el uso de limas rotatorias de Ni-Ti, aunque debido al modelo en que fueron ensayadas concluyen que podría no haber tales diferencias si se tratase de molares humanos.

Según Barbizan y cols[2002] la limpieza del conducto al finalizar la preparación biomecánica está en relación directa con la morfología del conducto, más que con el método ensayado. Esto lo deducen de un estudio con incisivos mandibulares, portadores de canales muy aplanados mesiodistalmente, trabajados un grupo con el sistema Profile y otro manualmente con limas K. Aunque para este equipo la técnica manual fue más eficiente, ninguna pudo conseguir una limpieza total. Unas conclusiones similares se derivan del estudio de Rödig y cols[2002], quienes comprobaron que la flexibilidad de instrumentos de Ni-Ti (Lightpeed, ProFile, Quantec) no es suficiente para brindar un acabado homogéneo en conductos con forma elíptica, de tal suerte que las zonas más ovals retenían gran cantidad de residuos.

Capurro y cols[2002] consiguieron conductos más circulares en raíces mesiales de molares humanos utilizando limas rotatorias de Ni-Ti, en comparación con los obtenidos mediante limas K FlexoFiles , pero asimismo detectaron, independientemente de la técnica empleada, numerosas áreas que no habían sido tocadas por los instrumentos y que albergaban restos pulpares, etc , lo que indica una limpieza insuficiente en canales curvos.

El trabajo de Zmener y cols[2003] confirma la imposibilidad de eliminar la totalidad de materia orgánica de la luz de la preparación. Este equipo estudió la eficiencia de diversos procedimientos operatorios (ProFile, Light Speed, RBS, contraángulo reductor M4 y limas K Flexofile) en conductos curvos pertenecientes a raíces mesiales de molares humanos, valorando el grado de limpieza en función del método empleado y su proximidad al ápice. Aunque los mejores resultados se lograron con instrumentos rotatorios de Ni-Ti en los tercios coronario y medio, la limpieza fue incompleta, documentando un porcentaje del 11% al 66%, según los casos, en los que todo el perímetro y / o el espacio del conducto presentaba restos de tejido y / o barro dentinario. En el extremo apical todas las técnicas fracasaron por igual : ninguna consiguió una higiene absoluta y la ausencia total de limpieza arrojó unos índices comprendidos entre el 78,5% y el 89 %.

De lo anterior se sigue que un conducto relativamente recto, sin desviaciones laterales, debería proporcionar una obturación más hermética que aquéllos otros con curvas más marcadas, porque el procedimiento de conformación es más arduo en estos últimos. Sería lógico pensar que los índices de filtración reflejaran unos resultados proporcionales a la dificultad, sin embargo el ensayo in vitro de Juhasz y cols[2002] registró la menor filtración en conductos que originalmente eran más combados. Puesto que la preparación y obturación del canal es más sencilla cuanto menos desviación posee éste, resulta difícil acomodarse a la idea de que mayor filtración signifique en este caso una peor calidad del sellado. Estos datos más bien apuntan a que el colorante penetra con más dificultad en conductos que no son rectos.

2.2.1.2. Tratamiento bioquímico de la dentina.

Se ha sugerido que el acondicionamiento de la dentina previa la inserción del sellador podría favorecer su colocación o mejorar las propiedades sellantes. Saleh y cols[2002] indican que diferentes tipos de sellador requieren diferentes tratamientos dentinarios para lograr una óptima adhesión. Así, mientras que la aplicación de ácido fosfórico y cítrico incrementa la unión del cemento de Grossman (óxido de cinc-eugenol), el empleo de EDTA al 17 % no aporta ningún beneficio. Lahl y cols[1999] consideran que la aplicación de EDTA al 17 % reduce la adhesión de los selladores de ionómero vítreo (Ketac Endo, KT-308, ZUT). Van Meerbeek[2002] señala que los ionómeros de vidrio poseen propiedades adherentes a la superficie sólida dentinaria y tienen la capacidad de disolver parcialmente la capa de barro dentinario, por lo que no se requiere ningún tipo de pretratamiento.

Çalt y Serper[1999] afirman que la obturación provisional del conducto con hidróxido cálcico interfiere la penetración del sellador en los túbulos dentinarios. Esta acción de bloqueo la describen en cementos tan heterogéneos como CRCS (hidróxido de calcio), AH 26 (resina) y Ketac Endo (ionómero vítreo). Margelos y cols[1997] concluyen que la interacción de hidróxido cálcico con

selladores del grupo óxido de cinc - eugenol conduce a un fraguado irregular del cemento, de consistencia friable y granular, con liberación residual de eugenol. El hidróxido de calcio es una medicación que goza de gran predicamento y su uso entre sesiones en los tratamientos de dientes con lesión apical es considerado necesario por Holland y cols[2003]. La persistencia del hidróxido de calcio en las paredes del conducto es muy tenaz, con independencia de su origen , esto es, preparado comercial (Calxyl, Pulpend) o químicamente puro mezclado con agua destilada, como comprobaron Lambrianidis y cols[1999] al no poder eliminarlo totalmente ni con el limado, ni con soluciones de enjuague tales como suero salino, CLONa y EDTA. Çalt y Serper[1999] sólo consiguen suprimirlo irrigando con EDTA seguido de CIONa.

Ciertos autores justifican la necesidad de secar lo más eficazmente el conducto antes de obturarlo[Hosoya y cols. 2000]. En su trabajo, después de la preparación mecánica y antes de obturarlos con gutapercha y dos tipos de selladores diferentes (óxido de cinc eugenol y vidrio ionómero), los dientes se distribuyeron en cuatro grupos utilizando diversos medios para secar el canal : una punta de papel, cuatro, cuatro seguidas de ligero chorro de aire caliente, y el último empleando el mismo número de papeles secantes pero aplicando una fuente de calor de 200 ° C. La mínima cantidad de humedad la encuentran lógicamente en el cuarto grupo, siendo éste el que registra los menores índices de penetración apical de un colorante (tinta India). Las raíces fueron incluidas inmediatamente en el tinte tras la obturación y mantenidas durante cuatro semanas. Utilizaron el método de diafanización para estudiar las muestras.

Estos resultados no coinciden con los del experimento de Kuhre y Kessler [1993], quienes mantienen húmedo el conducto con CIONa o bien con saliva antes de la obturación, y comparan los datos con otro grupo en los que se secaba el canal con puntas de papel y chorro de aire. Utilizaron ProcoSol como sellador de conductos. Éste es un cemento del grupo Óxido de cinc-eugenol, y en las instrucciones de uso el fabricante recomienda encarecidamente un secado lo más perfectamente posible del conducto y de la loseta y espátula empleadas en su mezcla antes de su aplicación. Esta recomendación es casi universal en los textos de Endodoncia y en los prospectos de los productos usados como selladores. En este estudio se permitió fraguar durante cinco días el cemento ProcoSol y las muestras se incluyeron en un colorante para detectar filtración apical (tinta India durante veinte minutos: los quince primeros bajo presión de 740 a 755 mm de Hg, y los restantes a presión atmosférica), midiendo la penetración del tinte tras diafanizar los dientes. Aunque en todos los grupos encontraron filtración, los resultados eran similares en los tres (conducto seco, humedecido con CIONa y con saliva).

Clarke y cols[1994] desestiman la necesidad de aplicar productos desecantes (alcohol isopropílico) en el conducto con el fin de retirar la humedad residual ya que no aportan ventajas en el sellado apical de cementos de OZE (Roth's 801) y resina epoxy (AH 26) y constituyen, sin embargo, una

fuente de irritación si accidentalmente entran en contacto con los tejidos periapicales. En la misma línea de trabajo, Wilcox y Wiemann[1995] deshidrataron las paredes del canal con alcohol para determinar si esto mejoraba la afinidad dentinaria por el sellador AH 26. Tras estudiar los resultados, no lo consideran necesario al no apreciar diferencias con otros grupos que no fueron tratados así: todas las áreas estudiadas mediante diafanización tenían sellador aún no deshidratando la dentina, y el tercio coronario era la zona que más superficie cubierta mostraba al compararla con los tercios medio y apical.

Horning y Kessler[1995] estudian la capacidad de sellado de tres clases de cementos : Procosol (óxido de cinc-eugenol), Sealapex (hidróxido de calcio) y Ketac Endo (ionómero de vidrio) cuando son empleados en conductos contaminados con una solución salina. La mitad de las muestras se incluyó en un colorante (tinta India) inmediatamente y el resto se almacenaron nueve meses en un medio salino, tratándolas de igual modo que las anteriores después de transcurrido ese tiempo. Tras diafanizar los dientes, los autores no hallaron diferencias al medir la filtración en los dos grupos, por lo que deducen que el efecto deletéreo de la contaminación por la humedad sólo afecta al sellador en las fases iniciales de colocación y reacción de fraguado.

Pecora y cols[2001] consideran que el tratamiento de la dentina con láser Er: YAG mejora la adhesión de las resinas epoxy (AH Plus, AH 26, Topseal, Sealer 26, Sealer Plus), con resultados superiores a los obtenidos mediante la aplicación de EDTA (con capacidad de eliminar el barro dentinario). El uso de EDTA, no obstante, favorecía la adhesión de los selladores al compararla con los grupos que no recibían ningún acondicionamiento dentinario.

Sousa y cols[2002] afirman que el láser Er: YAG refuerza la adhesión de los selladores de resina (Sealer 26) , pero no influye en otros (Grossman, Endometasona, N-Rickert).

La conformación del conducto con instrumentos que remueven dentina contribuye a generar barro dentinario. Algunos autores indican que es útil eliminarlo; otros, por el contrario, razonan que puede ser una ayuda su presencia. Según Moss y cols[2001] no existe consenso clínico ni académico sobre esta cuestión.

Para Sen y cols[1995] esta capa orgánica de residuos actúa como una barrera interfiriendo la adhesión y la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios. Justifican retirarlo pero consideran que existe riesgo de reinfección del canal si el sellado se pierde.

Ferrer Luque y cols[1994], verificaron la efectividad del ácido cítrico para eliminar el barro dentinario durante la preparación manual de conductos radiculares. Concluyen que a mayor concentración de ácido cítrico, la capacidad de limpieza se incrementa. Para su trabajo utilizaron esta solución al 10, 25 y 50 %. Consideran necesario acabar con una aplicación de agua, o

bien hipoclorito sódico al 5% para sustraer los cristales de citrato cálcico adheridos a las paredes tras el uso del ácido cítrico.

Vassiliadis y cols[1996] confirman que la eliminación del barro dentinario mejora el sellado coronario al estudiar su influencia en cincuenta y dos dientes humanos con canales rectos. En el grupo tratado con EDTA y CIONa (asociación que suprime el barro dentinario), la penetración del colorante azul de metileno, medido lineal y volumétricamente para determinar la filtración, fue menor que el aquel otro en que se respetó dicha capa.

Kouvas y cols[1998] documentan el bloqueo de tres selladores de conductos (uno del grupo hidróxido de calcio y dos del tipo óxido de cinc-eugenol) en los túbulos de dientes con barro dentinario, y concluyen que esta sustancia cierra los túbulos y hace impermeable la dentina , impidiendo a los selladores que ocupen los huecos que naturalmente existen. Al tratar la pared del conducto con EDTA (ácido etileno diaminotetracético) y posteriormente con CIONa desaparece el obstáculo y los tres selladores penetran entre treinta y cinco y ochenta micras dentro de la dentina. El estudio fue realizado seccionando longitudinalmente los dientes y estudiados con el microscopio electrónico de barrido.

Zaccaro Scelza y cols[2000] estudian la eliminación del barro dentinario mediante tres irrigantes al final de la preparación mecánica permitiéndoles actuar 4 minutos en el canal. No encuentran diferencias cuando emplean cualquiera de estas dos combinaciones: CIONa al 1%, seguido de ácido cítrico al 10% y por último 10 ml de agua destilada; o bien, CIONa al 0,5 % seguido de EDTA-T (EDTA al 17 % más lauril éter sulfato de sodio). El mayor número de túbulos visibles lo encuentran en el tercio cervical, seguido del medio y el apical.

Olmos y cols[2000] realizaron un estudio en treinta dientes unirradiculares con dos soluciones de enjuague (CIONa más ácido cítrico , y CIONa más EDTA), valorando la presencia de barro dentinario tras la preparación mecánica. Las muestras se seccionaron longitudinalmente y estudiaron con el microscopio electrónico de barrido los niveles cervical, medio y apical. La asociación de CIONa al 2,5 % y ácido cítrico al 10 % demostró mejor capacidad para remover el barro dentinario que el empleo de CIONa al 2,5 % más EDTA al 15 %. Las soluciones anteriores se aplicaban tras el uso de cada instrumento, y, antes de secar el canal, permitían que los productos ensayados ejercieran su efecto en la dentina durante tres minutos.

Zaccaro Scelza y cols[2001] aluden a la necesidad de eliminar el barro dentinario como una etapa más de la preparación de los conductos radiculares antes de la obturación, y para ello recomiendan ácido cítrico al 10% como irrigante al final de la preparación, en lugar de EDTA al 17%, por ser mejor tolerado por los tejidos periapicales.

Çalt y Serper[2002] defienden el uso de EDTA al 17 % durante un minuto como solución irrigadora al final de la instrumentación, porque se logra el doble objetivo de quitar el barro dentinario sin destruir excesivamente la dentina peritubular . Serper y Çalt[2002] proponen la aplicación de EDTA a pH neutro, por resultar más efectivo que a pH 9.

Los trabajos de Drake y cols[1994], que utilizan modelos in vitro de colonización bacteriana de conductos radiculares, indican que el barro dentinario puede ser una ayuda más que una rémora, porque el número de colonias bacterianas recuperado de los dientes que fueron seccionados y procesados para su análisis microbiológico era menor si se respetaba la capa orgánica de residuos. El mecanismo que proponen los autores es que la película amorfa dentinaria originada por el limado del conducto podría bloquear la entrada de bacterias en los túbulos. El germen utilizado en este ensayo fue el *Streptococcus anginosus*, especie bacteriana aislada habitualmente en conductos infectados. Los resultados obtenidos por Clark-Holke y cols[2003] no concuerdan con los anteriores, y justifican la utilidad de eliminar el barro dentinario (emplean EDTA al 17 %) al comparar la filtración bacteriana (*Fusobacterium nucleatum*, *Campylobacter rectus*, *Peptostreptococcus micros*) en dientes obturados con y sin barro dentinario mediante condensación lateral y AH 26 . Los diferentes resultados pueden ser debidos a una metodología dispar: conductos no obturados y un tipo de germen distinto en el primer experimento.

Chailertvanitkul y cols[1996.a] no encuentran diferencias en el grado de penetración bacteriana (*Streptococcus sanguis*) en dientes obturados con y sin barro dentinario. Para su eliminación emplean ácido cítrico al 40% seguido de ClONa al 2%. El sellador usado fue Apexit (hidróxido de calcio).

Holland y cols[2000] comprobaron in vivo que la irritación perirradicular en conductos obturados que carecían de sellado coronario dependía fundamentalmente del tipo de sellador utilizado. En su trabajo, realizado en perros, no retiraron el barro dentinario pero los casos tratados con Sealapex (hidróxido de calcio) mostraban un periodonto libre inflamación, mientras que con el sellador S S White (OZE) la flogosis era importante. En los dientes con apertura coronaria sellada, el ligamento periodontal era prácticamente normal en ambos grupos. Estos datos cuestionan la necesidad de eliminar el barro dentinario.

Otro asunto es cómo se comporta el sellador en presencia de barro dentinario. Diversos experimentos han mostrado que esta capa amorfa y pegajosa de residuos influye en la fuerza de adhesión de ciertos selladores. Según se desprende de ciertos estudios, ratificados en varias investigaciones independientes, parece ser que la unión física de las resinas epoxy (AH26) a las paredes del conducto se resiente cuando se mantiene intacto el barro dentinario. No obstante, en las instrucciones de manejo de AH26 no aparece reflejada esa recomendación. AH26, como todas las resinas epoxy, funciona como un pegamento extraordinario y se adhiere básicamente a cualquier superficie siempre que ésta sea convenientemente preparada. Algunos

autores[Wimonchit y cols 2002] no han podido confirmar que la eliminación del barro dentinario se traduzca en menores índices de filtración al manejar selladores de resina (AH Plus).

Gettlement y cols[1991] estudiaron las fuerzas tensionales requeridas para despegar tres selladores (AH26 , Sealapex y Sultan) en preparaciones dentinarias con y sin barro dentinario, y encontraron la mayor resistencia en la resina epoxy, seguido de Sultan (OZE). Sólo AH26 demostraba una mayor resistencia al despegamiento al quitar la capa de residuos. En los otros dos no hubo diferencias.

De Gee y cols[1994] comparan las fuerzas de adhesión de AH26 (resina epoxy) y Ketac Endo (ionómero de vidrio) en dientes bovinos en los que previamente eliminaron el barro dentinario , y tras someter a fuerzas de cizalla la masa de ambos selladores, AH26 muestra un fallo en el 15 % del área estudiada, mientras que la del ionómero de vidrio llegaba hasta el 88 %.

Pallares y cols[1995] encuentran proyecciones del cemento AH26 en el interior de los tubos dentinarios únicamente cuando los dientes se trataron con ácido cítrico al 50% seguido de ClONa al 5,25 %, procedimiento éste que elimina el barro dentinario. Su estudio lo realizaron mediante microscopia electrónica de barrido.

Taylor y cols[1997] recomiendan la técnica de condensación lateral, sellador AH26 y eliminación del barro dentinario. Su conclusión la extraen de un trabajo que examinaba la filtración coronal en doscientos dientes obturados con dos tipos de cementos, AH26 y Roth's (óxido de Zn-eugenol), aplicando tres técnicas de obturación distintas (dos de gutapercha termoplástica y condensación lateral auxiliada con compactación vertical) con y sin barro dentinario (en cuyo caso lo retiraban con REDTA al 17 %). Los grupos experimentales eran estudiados midiendo la penetración de un tinte mediante diafanización tras exponerlos a saliva artificial.

Economides y cols[1999] comprueban el efecto que tiene el dejar intacto o el retirar el barro dentinario en la filtración apical de ciento cuatro dientes (utilizando un método electroquímico para detectarla), obturados con gutapercha y dos cementos de composición química diferente , uno del tipo óxido de cinc-eugenol (Roth 811) y el otro AH26 . Sus datos confirman una menor filtración en los casos en que se eliminó la biopelícula adhesiva cuando el sellador era la resina epoxy AH26, mientras que la presencia o ausencia de la capa orgánica no influía claramente en un incremento de la permeabilidad si el cemento usado era del tipo óxido de cinc-eugenol. Esta última conclusión no coincide con el resultado del experimento de Behrend y cols[1996] llevado a cabo con el sellador Roth's sealer, muy parecido químicamente al de los autores anteriores. Su trabajo refleja claramente que la eliminación del barro dentinario con EDTA al 17% seguido de ClONa al 5,25 %, disminuye hasta un cuarenta por ciento la filtración coronaria, utilizando un test de penetración bacteriana (*Proteus vulgaris*) en dirección corono-apical para revelarla.

von Fraunhofer y cols[2000] estudian la relación que el tiene el barro dentinario en la filtración de conductos preparados con limas Ni-Ti y de acero inoxidable, obturados con gutapercha termoplástica y condensación lateral y el sellador AH26. Sus datos se desprenden de un trabajo que detecta la filtración por métodos electroquímicos. Los autores razonan que la eliminación del barro dentinario mediante EDTA al 17% seguido de CIONa al 5,25%, beneficia el sellado radicular sin importar la técnica de obturación ni el tipo de limas empleado.

2.2.2 Técnicas de obturación.

Hoy día conocemos que el porcentaje de fracasos en Endodoncia va íntimamente ligado a la persistencia de infección en el conducto, capaz de conducirse hasta la frontera o tejidos periradiculares desde el espacio pulpar [Pitt 1982]. Esta idea es compartida por Siqueira Jr [2001] , quien afirma que el tratamiento generalmente fracasa si se lleva a cabo inadecuadamente, y en la mayoría de casos de fallo en los que la obturación se conformó siguiendo aparentemente un método correcto, hemos de pensar en una causa infecciosa persistente o contaminación secundaria. Según Klager y Dupont[1987] la infección del conducto vía gutapercha / sellador es altamente infrecuente aunque se prescindiera de una técnica activa de descontaminación ambiental de los materiales de obturación, siempre que se siga una higiene elemental. Namazikhah y cols[2000] desaconsejan la desinfección activa de los conos de gutapercha tomados directamente del envase porque no constituyen un vehículo de infección, salvo que sean intencionalmente contaminados. Lin y cols[1992] acusan sin ambages a los gérmenes de ser, de lejos, los responsables de la patología periradicular . Tal es así, que para este equipo de trabajo la extensión del relleno radicular no guarda relación con la salud periodontal. Este criterio muestra una resuelta oposición con las opiniones de otros investigadores: Allen[1964] atribuye un 90 % de fracasos al sellado incompleto, mientras que Ingle[1976] cree que un conducto pobremente obturado es responsable del 60 % de los fallos en el tratamiento endodóncico.

Si aceptamos la etiología infecciosa como la causa capital del fracaso del tratamiento, no hay duda de que el conducto obturado ha de evitar el trasiego de gérmenes y toxinas, y para ello, disponer de un sellado lo más compacto posible para obtener éxito. Cuando Schilder[1974] definió los objetivos a conseguir en la preparación del conducto radicular, acuñó un aforismo con las palabras “ obturación tridimensional de la totalidad del espacio pulpar “, consideradas un lema desde entonces. Por mor de esta causa, muchos han sido los esfuerzos para alcanzar una obturación hermética que satisfaga lo anteriormente preconizado, desarrollándose técnicas variadas que ya fueron comentadas en un capítulo anterior.

Si bien de los trabajos realizados hasta la fecha no puede sostenerse seriamente que alguno de los métodos de obturación en concreto tenga

preeminencia absoluta frente al resto, hay estudios que indican que no todos darán el mismo fruto en cualquier circunstancia. Así, hay técnicas (condensación lateral de la gutapercha) que rinden escasamente cuando son manejadas en conductos cuya apariencia final no es circular. El trabajo de Wu y Wesselink[2001] es demostrativo a este respecto. Estos autores encontraron recovecos dentinarios sin rellenar cuando esas zonas no habían tenido contacto mecánico con los instrumentos manuales. Su trabajo lo realizaron en dientes con conductos ovoides, empleando el sistema de fuerzas balanceadas para preparar el canal y obturándolo mediante condensación lateral en frío. Esta técnica, que es de lejos la más popular, tiene sin embargo la desventaja, según Walton y Johnson[1996], de mostrarse incapaz de obturar adecuadamente canales severamente curvados, dientes inmaduros y resorciones dentinarias anejas al conducto. Gulabivala y cols[1998] consideran que una curvatura del canal mayor de 20 grados incrementa drásticamente la filtración apical al obturarlo mediante condensación lateral, lo que no ocurre con las técnicas que utilizan gutapercha termoplástica (Alpha Seal, Thermafil, J S Quick Fill). Wu y cols[2000 a] desaconsejan la técnica de condensación lateral en aquellos casos en los que la instrumentación provocó un transporte apical.

Zmener y cols[2000] sostienen que la técnica de condensación lateral, como procedimiento per se, no permite obtener una masa de gutapercha homogénea y que la existencia de espacios vacíos entre los conos o entre éstos y la pared dentinaria puede afectar sensiblemente la calidad de la obturación. A efectos de analizar la adaptación de la gutapercha a las paredes dentinarias, los procedimientos de obturación no contemplaron el uso de ningún cemento sellador. En su trabajo compararon la calidad de sellado obtenido mediante tres técnicas de obturación (termoplástica, híbrida y condensación lateral). Las muestras las seccionaron transversalmente con un microtomo y valoraron los datos de acuerdo a tres categorías: ausencia de obturación, presencia de espacios vacíos y obturación completa. Los ejemplares pertenecientes al grupo obturado mediante condensación lateral presentaron una tendencia clara a reproducir con cierta aproximación las irregularidades dentinarias, pero eran frecuentes los espacios vacíos y la falta de coalescencia de los conos de gutapercha entre sí.

Gencoglu y cols[1993] verificaron con el microscopio electrónico de barrido que la adaptación de la gutapercha termoplástica (sistemas Thermafil y Ultrafil) a las paredes del conducto , con y sin barro dentinario, era mejor que la observada con la técnica de condensación lateral. Aunque el sellado apical de thermafil es comparable al proporcionado por las técnicas convencionales [Bhambani y Sprechman 1994], la calidad de obturación en el extremo coronario resulta significativamente más pobre[Baumgardner y cols 1995].

Clinton y Van Himel[2001] confirman que la obturación con gutapercha termoplástica (Thermafil Plus) reproduce más fielmente el molde del conducto, presentando menos espacios vacíos que la técnica de condensación lateral.

Sin embargo, el control apical de la obturación es más fiable con el último método.

Gilhooly y cols[2000] al estudiar el sellado apical mediante pruebas de filtración con colorante, recomiendan el uso de gutapercha termoplástica frente a la técnica de condensación lateral ; por el contrario, observan que el aspecto radiográfico final es más favorable con el método convencional de condensación lateral y la extrusión apical de sellador y gutapercha son menores.

Gunyakti y cols[1989] exponen la necesidad de rellenar los conductos lo mejor posible con gutapercha por la inexistencia de un sellador lo suficientemente eficaz. Esta idea sigue vigente si nos remitimos a la proliferación de selladores comercializados hoy día. Los autores hallaron mayor porcentaje de gutapercha en conductos obturados mediante la inyección de gutapercha termoplástica, en comparación con otros en los que empleaba la condensación lateral. Con arreglo al estudio de Gencoglu y cols[1994], las técnicas de obturación con gutapercha termoplástica (Ultrafil, Thermafil) proporcionan un relleno más homogéneo que la condensación lateral, la cual encubre huecos que no se hallan con los otros métodos. Nelson y cols[2000] comprobaron que los conductos obturados mediante condensación lateral podían albergar el 26,56 % más de gutapercha si se aplicaba al finalizar el tratamiento una fuente de calor conocida como System B, que permite plastificar los conos de gutapercha .

Según De Deus y cols[2002] las técnicas modernas de obturación procuran conseguir un sellado con mayor cantidad de gutapercha que de cemento, conforme a la evidencia de que los selladores representan la parte más frágil y sensible del proceso. Consideran a los cementos de conductos coadyuvantes de la obturación, pero la contribución fundamental recae en la gutapercha. Recomiendan, pues, las técnicas de obturación con gutapercha termoplástica porque con estos procedimientos la cantidad de sellador utilizada disminuye. Si bien hoy día existe el criterio de que la gutapercha es la protagonista en los tratamientos endodóncicos, la obturación del conducto con selladores sin el concurso de gutapercha es una opción contemplada en la Norma Internacional ISO 6876:1986 y recogida en las instrucciones de uso de alguno de ellos, como por ejemplo AH 26 (DENTSPLY DeTrey). Ciertos trabajos[Dabas y Dabas 2001, Lussi y cols 2000] han probado que el sellado más hermético se consigue con técnicas de obturación que manejan exclusivamente sellador. En opinión de Wu y cols[2000] existe, sin embargo, el riesgo de que el sellado conseguido con estos métodos sea efímero.

Se ha sugerido que la anatomía del espacio pulpar previa al tratamiento, que entre otros aspectos depende de la edad de los dientes , es un factor a considerar en el resultado final de la obturación. Esta conclusión se desprende de un ensayo realizado por Manogue y cols[1994] en premolares humanos extraídos de pacientes con edades bien conocidas, los cuales encontraron

mayor número de huecos y vacíos en los dientes endodonciados pertenecientes al grupo de personas más jóvenes.

A juicio de Wu y cols[2001] el aspecto de los conductos, que raramente son circulares en toda su longitud, puede influir en la calidad final de la obturación según el método elegido para obturarlos. Los autores observaron que los conductos ovales que son tratados mediante compactación vertical de gutapercha caliente, presentaban más cantidad de relleno que aquellos otros dientes obturados mediante condensación lateral, calculando los porcentajes al seccionar transversalmente las muestras, aunque no encontraron diferencias entre ambos cuando midieron la filtración mediante un sistema de transporte de fluidos.

Canalda[1997] opina que la gutapercha termoplastificada se acomoda mejor a las paredes de los canales radiculares, pero señala que ninguna de esas técnicas proporciona un mejor sellado apical o coronal que la condensación lateral en frío (condensación vertical de gutapercha caliente, condensación lateral de gutapercha caliente, termocompactación o técnica de McSpadden, inyección de gutapercha termoplastificada, gutapercha termoplastificada recubriendo un vástago, etc) .

Anic y Matsumoto[1995] contrastaron varias técnicas de obturación (condensación lateral, gutapercha termoplástica a baja temperatura (Ultrafil) y condensación vertical de gutapercha reblandecida con tres diferentes láser (argon, CO₂ y Nd:YAG), mediante un test de filtración apical con colorante durante una semana y los mejores resultados los obtuvieron con la condensación lateral. En su estudio utilizaron setenta dientes uniconductales. El ensanchamiento apical conseguido no fue el mismo en todos los dientes y lo justifican por el diferente tamaño original de las muestras.

Otras investigaciones que analizan el sellado apical y la posibilidad de sobreobturación producidas por tres métodos de trabajo distintos (condensación lateral y dos de gutapercha termoplástica), utilizando para ello pruebas de filtración con el colorante azul de metileno y midiéndolo con dos técnicas distintas, espectrofotometría y fractura longitudinal de la raíz , avalan los resultados anteriores (condensación lateral superior a gutapercha termoplástica) sólo cuando se registra la penetración apico-coronal del tinte fracturando las raíces axialmente, y no hallan discrepancias si la medición de éste se realiza mediante análisis espectrofotométrico [LaCombe y cols1988]. Estos autores encuentran que la apariencia radiográfica de las muestras obturadas difiere notablemente de los resultados que miden la filtración al seccionar los dientes: algunos ejemplares cuyas radiografías mostraban la gutapercha bien adaptada a las paredes del canal registraban penetración del colorante en el examen visual de las raíces fracturadas. Sin embargo, ciertos estudios in vitro[Youngson y cols 1995] que investigan la calidad de la obturación en dientes endodonciados comparando el aspecto radiográfico (en proyecciones buco lingual y mesio distal) con la sección de los dientes en el

plano axial, otorga validez a las radiografías, calificándolas de método fidedigno para tal fin.

Chohayeb y Tom[1995] compararon radiográficamente la densidad, presencia de vacíos y extensión del relleno de gutapercha en dientes obturados mediante gutapercha termoplástica y condensación lateral. El mejor aspecto lo presentaban los conductos obturados con la técnica de condensación lateral, de tal manera que los huecos aparentes con este método eran del 10% frente al 40% de la gutapercha termoplástica.

Al - Dewani y cols[2000] coinciden con los autores anteriores cuando comparan el sellado proporcionado con las técnicas de condensación lateral y gutapercha termoplástica a baja temperatura, pero sólo en lo que respecta al estudio radiográfico de ambos métodos. Al someter los dientes a pruebas de filtración apical, los mejores resultados los proporciona la obturación con gutapercha termoplástica.

Las observaciones de Luccy y cols[1990] apoyan la idea de que el sellado apical logrado con técnicas de condensación lateral de gutapercha termoplástica es equiparable al de la condensación lateral convencional .

Michailescu y cols[1996] midieron la filtración apical de tres sistemas de obturación de conductos (condensación lateral, vertical y termoplástica) mediante fluorescencia, utilizando la propiedad que tienen los cuerpos fluorescentes de absorber luz de un color y emitir luz de otro color (*Pseudomonas fluorescens* ATCC 13525). Sus resultados mostraron que la calidad de obturación conseguida era similar con las tres técnicas.

Oliver y Abbott[1998] afirman que al obturar los conductos mediante la técnica de condensación lateral se obtiene un sellado más completo en la zona apical que en en la coronal. Los selladores utilizados en su experimento fueron AH26 (resina epoxy) y Ketac Endo (ionómero vítreo). Aunque no encontraron grandes diferencias entre ambos, la filtración de colorante en sendos grupos fue de 2 mm apicalmente contra 6 mm en el extremo coronal.

Yared y Bou[1993] consideran que la primera aplicación del espaciador en la condensación lateral provoca una elongación y desplazamiento apical del cono principal. Este reajuste en la ubicación durante las maniobras de condensación no tiene por qué considerarse perjudicial, siempre que el material quede confinado en el conducto. Otras técnicas de obturación provocan un avance mucho mayor de la gutapercha de lo que lo hace la condensación lateral[Yared y cols 1992].

Pumarola[2002] afirma que la homogeneidad de condensación de la gutapercha en la técnica de condensación lateral depende, entre otros factores, de la compatibilidad entre los conos accesorios y los espaciadores. Los resultados de su trabajo demuestran que a mayor conicidad de los conos de gutapercha, menor compatibilidad tienen respecto a los espaciadores. En

cuanto al extremo apical de los conos, considera que la adaptación de éstos al espacio final creado por los espaciadores puntiagudos se ve dificultado cuando las puntas de la gutapercha son aplanadas o romas. En lo concerniente a los espaciadores, las obturaciones más homogéneas y densas se logran con los digitales frente a los palmares. Para Sobhni y Khan[2003] el uso de espaciadores de Ni-Ti supone una ventaja frente a los convencionales de acero inoxidable cuando los conductos a obturar presentan curvas marcadas. Lo deducen de un estudio radiográfico que comparaba la penetración de ambos.

El desarrollo de diversos procedimientos y técnicas híbridas de obturación que contemplan el uso simultáneo de condensación lateral y gutapercha plastificada de diversas maneras (calor, solventes), han mostrado ser un método fecundo clínica y experimentalmente. Hsu y Duh[1998] analizaron el sellado apical tras ensayar in vitro tres técnicas de obturación (condensación lateral, termocompactación y una combinación de ambas) y comprobaron que la técnica híbrida brindaba los mejores resultados. Flores[1993], ante la dificultad que supone manejar adecuadamente conductos muy finos y estrechos, con instrumentos rotos, escalones y curvaturas desusadas, defiende el uso de la técnica de reblandecimiento de la gutapercha con cloroformo (técnica de la difusión de gutapercha o técnica de la kloropercha). Encuentra buena adaptación de la gutapercha a las irregularidades del conducto, incluso en el caso de forámenes excéntricos. Entre las desventajas menciona, en primer lugar, su capacidad de encogimiento, con la consiguiente filtración cuando el cloroformo se evapora, de ahí la necesidad de emplear la condensación vertical en la segunda fase de la técnica. El uso fundamental y más característico del cloroformo es como disolvente. Es el triclorometano (Cl_3CH), un líquido muy volátil que se emplea para disolver grasas, ceras, plásticos, resinas, gutapercha, etc [Ladrón de Guevara y Moya 1995]. La filtración resultante de emplear la técnica de la Kloropercha quizá no sólo se deba al encogimiento de la gutapercha, sino también a la acción disolvente que posee sobre los selladores de conductos[Hansen1998]. A su juicio, ciertos selladores (AH26) sólo pueden evacuarse del conducto en los retratamientos no quirúrgicos utilizando este producto.

Silva y cols[1994] evalúan tres métodos de obturación : condensación lateral modificada, (que consiste en ajustar la punta principal de gutapercha y los conos accesorios sumergirlos dos o tres segundos en xilol antes de colocarlos. Así se forma una masa de gutapercha más homogénea, según los autores); las otras dos técnicas de obturación eran la compactación vertical y la eucapercha. El estudio lo realizaron en 90 dientes monorradiculares trabajados mediante la técnica de la preparación seriada o escalonada. Los resultados los estudian detectando la penetración del colorante azul de metileno al 2%. Estadísticamente, la mayor filtración lineal la produjo la eucapercha. La condensación lateral modificada y la compactación vertical arrojaron resultados similares.

Muchos trabajos que estudian la eficacia del sellado logrado con distintos métodos recurren a menudo a tests que miden la filtración con colorantes. Sin

embargo, hay autores que piensan que en los dientes endodonciados hay pequeños vacíos que no pueden evitar la filtración de tintes o fluidos, pero son de una magnitud tan reducida que constituyen un obstáculo para el paso bacteriano a través del conducto. Kersten y Moorer[1989] opinan que una obturación concienzuda con gutapercha y sellador podría evitar la filtración de partículas del tamaño de bacterias y moléculas proteicas de gran peso molecular, pero no conseguiría prevenir la filtración de tintes como azul de metileno y ácido butírico (ambos de peso molecular reducido), con independencia del método de obturación elegido.

Wu y cols[1993] creen posible el paso de agua y fluidos a través de espacios vacíos en los dientes obturados , pero consideran más difícil que las bacterias penetren por ellos . Esto lo deducen al experimentar con sesenta dientes humanos endodonciados, divididos en dos grupos de treinta. Mediante un ingenioso mecanismo, permiten el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* (una pequeña bacteria móvil) en la parte coronal de uno de los grupos y tras cincuenta días sólo recuperan el germen en dos de las muestras. Todos los dientes expuestos a las bacterias son conectados posteriormente a un dispositivo capaz de apreciar el movimiento de una burbuja de aire, con la condición de que en dichos especímenes existan vacíos debido a una obturación incompleta y pueda circular agua a su través. El resultado muestra que en la mayoría de los dientes en los que no pasó la bacteria, sí se registró movimiento de fluido, confirmándolo el desplazamiento de la burbuja de aire. El otro grupo de treinta dientes, sin contacto con la bacteria, permitió igualmente el avance de la burbuja de aire en unos porcentajes similares al anterior, lo que demuestra que la prueba bacteriana inicial no influía en los resultados.

Aunque el sellado ápico-coronal se considera más importante que la obliteración de los canales laterales, los conductos accesorios poseen un efecto potencial para desarrollar patología periodontal si no son convenientemente obturados, merced al vínculo que establecen con los tejidos de soporte del diente y la posibilidad de albergar gérmenes[Byström y Sundqvist 1981]. Los estudios histológicos de las raíces que han sido mecánicamente preparadas muestran, según Walton[1976] un escasísimo porcentaje de limpieza de los canales laterales, lo que no es obstáculo sin embargo para que se resuelvan las lesiones periodontales cuando el conducto principal fue adecuadamente sellado, tanto si el material de obturación penetró en los canales accesorios como si no[Weine1984]. Estudiando esta cuestión, Wolcott y cols[1997] consideran que los canales laterales se rellenan con gutapercha cuando ésta es insertada en el conducto principal mediante un transportador rígido, mientras que con la condensación lateral en frío, es el sellador el que es impulsado hacia dentro de los conductos accesorios. Unas conclusiones similares se desprenden del trabajo de Reader y cols[1993], que analiza la capacidad de obturar conductos labrados en bloques de acrílico mediante condensación lateral en frío, condensación lateral de gutapercha caliente y compactación vertical de gutapercha. Estos colaboradores hallaron que la gutapercha más sellador se distribuía uniformemente en el canal principal con las tres técnicas por igual y los conductos accesorios se ocupaban con sellador

al emplear los métodos de condensación lateral, y con gutapercha en caso de compactación vertical. DuLac y cols[1999] verificaron en un modelo de trabajo parecido al anterior, que el relleno de los canales laterales situados a cualquier nivel del conducto es posible con técnicas que utilizan gutapercha (termoplástica o no) y sellador, y que el uso de éste potencia la penetración de gutapercha termoplástica en los conductos accesorios.

2.2.3 Técnicas de colocación del sellador.

Los métodos ideados para colocar el cemento sellador son múltiples. Se han empleado puntas de papel, limas manuales, ultrasónicas, léntulos, o bien depositándolo directamente con el cono primario de gutapercha. Si nos atenemos a las investigaciones realizadas, los resultados son discordantes. A juicio de Walton y Johnson[1996] no existe una técnica en particular que proporcione mejor tapizado de las paredes dentinarias que otra. Otros autores [Hoen y cols1990] opinan que la aplicación del sellador mediante limas ultrasónicas mejora la cobertura de las paredes del conducto, cuando se compara con el método manual. El trabajo lo realizaron en raíces mesiales de 50 molares humanos con los ápices totalmente formados. La preparación mecánica fue con limas ultrasónicas, utilizando una irrigación que eliminaba el barro dentinario. No se emplearon conos de gutapercha. El cemento usado fue AH26, debido a su relativamente largo tiempo de trabajo, propiedades adhesivas, radiopacidad y fuerza de retención que posee en las secciones relativamente finas. El procedimiento usado para el estudio de los resultados consistió en la sección transversal de las muestras y su examen con microscopio a 6 y 12 aumentos. Encontraron que el 27 % de las secciones tenían una cobertura completa de la pared del canal cuando el sellador fue colocado con el método manual. Aunque observaron cierta cantidad de sellador en todas las secciones, el mayor porcentaje que mostraba un completo tapizado se encontraba a 1 mm del ápice. Cuando se aplicó el sellador con ultrasonidos, el 76 % de las secciones tenían las paredes totalmente impregnadas. A juicio de los autores, queda por determinar la valoración clínica de este ensayo. Durante la condensación lateral se añade cemento adicional y razonan que en este proceso los conos pueden redistribuir el sellador. Esta conclusión no es compartida por Barthel y cols[1994], quienes sostienen que el proceso de condensación lateral posiblemente interfiere la unión del sellador con las paredes del conducto, sobre todo si la consistencia de aquél no es fluida. Wu y cols[2000] afirman que los procedimientos de compactación de gutapercha, en las técnicas de condensación lateral y vertical, desalojan el sellador previamente colocado de las paredes del conducto.

Aguirre y cols[1997] afirman que el uso de ultrasonidos puede mejorar la inserción de ciertos selladores comparándolo con otros procedimientos de colocación, por ejemplo el manual, pero creen que el beneficio de esta técnica es irrelevante al ensayarlo con otros cementos. Este equipo de trabajo midió la densidad radiográfica de 120 incisivos mandibulares después de rellenar el conducto con tres selladores de diversa composición: Sultan (OZE), AH 26

(resina epoxy) y CRCS (hidróxido de calcio) utilizando dos métodos de aplicación: ultrasonidos y manual. Comprobaron que sólo CRCS conseguía unas puntuaciones superiores cuando se empleó la técnica ultrasónica, mientras que AH 26 y Sultán registraron valores similares con ambos procedimientos.

Wiemann y Wilcox[1991] comparan el rendimiento de cuatro técnicas de colocación del sellador (léntulo espiral, limas ultrasónicas y manuales y el cono maestro de gutapercha), en cuarenta incisivos obturados mediante condensación lateral y el sellador AH26 . Tras diafanizar las muestras, no hallan diferencias importantes en ninguno de los grupos cuando observan el canal .

Para otros autores[Stamos y cols 1995], la distribución del cemento sellador se consigue más eficazmente utilizando limas ultrasónicas que si se introduce con el cono principal de gutapercha . Este trabajo lo realizaron en cien pacientes observando radiográficamente cuál de los dos métodos rellenaba mejor los canales accesorios.

Hall y cols[1996] estudiaron tres métodos empleados habitualmente en la colocación del sellador AH 26. Lo aplicaron mediante una lima K, léntulo espiral y el cono principal de gutapercha utilizando dientes humanos unirradiculares. Tras esta fase radiografiaron las muestras y registraron qué cantidad de sellador arrojaba cada uno de los grupos, comparándolo finalmente con los resultados obtenidos al obturar el conducto mediante condensación lateral. Al diafanizar los dientes, los autores observaron diferencias de grado sólo antes de la obturación, y ninguno de los grupos excedía el porcentaje de 62 % después de la misma. Encontraron una semejanza en todos ellos en cuanto al rendimiento una vez completado el tratamiento, y su parecer fue que lograr una cobertura total de las paredes dentinarias tras la obturación no era posible.

2.3 Filtración.

Las pruebas que detectan permeabilidad son, con rigor, las más indicadas para juzgar la calidad de obturación, y, sin embargo, no son fáciles de interpretar. Muchos investigadores alertan ante la posibilidad de que los datos publicados no reflejen exactamente la realidad [Kuhre y Kessler 1993] y esto es así porque la Endodoncia, que es una ciencia, se asienta sin embargo sobre pocas verdades incontrovertibles. Aunque la meta es conseguir un conducto radicular hermético que albergue una obturación lo más densa posible, no podemos dar por supuesto que un conducto con un relleno insuficiente que permita in vitro el paso de bacterias o tintes sea in vivo sinónimo de fracaso. Según afirman Ray y cols[1993], la salud periodontal depende más del sellado coronario que del apical.

Negm[1989] considera muy probable que ninguno de los cementos utilizados habitualmente en endodoncia prevenga totalmente cualquier tipo de filtración. El autor condiciona el sellado absoluto al desarrollo de una técnica que ligue molecularmente los materiales de relleno radicular con la estructura dentaria. Admite, no obstante, un nivel crítico de filtración compatible con la normalidad clínica, por encima del cual se genera patología.

Uno de los métodos más comunes de estudiar la filtración en los trabajos de investigación es por medio de la tinción, es decir, añadiendo colorantes a la preparación. Algunos de ellos tienen poder bacteriostático o bactericida, según la concentración, como el azul de metileno[Pumarola y cols 1995]. Para Magura y cols[1991], los resultados basados en la penetración de tintes pueden no ser todo lo objetivos que debieran cuando los consideramos como un reflejo de la filtración coronaria debido a saliva, por ejemplo, ya que los colorantes tienen la capacidad de ir “ más allá “ merced a propiedades intrínsecas de penetración.

Diversas investigaciones aplicadas al estudio de la filtración con tintes han mostrado la falta de acuerdo en el protocolo que debe seguirse al manejar dichas sustancias, lo que dificulta la correcta lectura de los datos experimentales. Factores tan heterogéneos como la posición del diente en la solución colorante, presencia de aire retenido en la masa de obturación, hidratación de espacios vacíos en el seno del relleno radicular, centrifugación de las muestras durante la exposición al tinte y número de ciclos masticatorios sometidos a los especímenes, todos ellos han sido implicados en los resultados que contemplan el uso de colorantes como método para reflejar la filtración.

O'Brien y cols[1968] definieron dos mecanismos que permiten la penetración de marcadores que actúan como contrastes en las pruebas de filtración. Uno de ellos es la capilaridad, que se desarrolla en los vacíos secos presentes en el seno del relleno radicular. La rapidez y profundidad alcanzada por el marcador mediante la acción capilar es inversamente proporcional a la anchura del hueco considerado y se ve influido por las propiedades hidrofílicas de la dentina y del material de obturación. El otro procedimiento de infiltración es mediante la difusión. Ésta tiene lugar en los huecos ocupados por líquido y la distribución del agente penetrante depende directamente de su concentración en la solución. Pues bien, Spangberg y cols[1989] afirman que la penetración de un tinte mediante los dos mecanismos propuestos, disminuye si antes no se elimina el aire atrapado en los vacíos creados durante el proceso de obturación. Creen que el aire así retenido actúa como una barrera que impide la difusión pasiva del tinte, y aconsejan aplicar una presión reducida para evacuar el aire antes de exponer las muestras al colorante y medir la filtración. Los estudios realizados por Peters y Harrison[1992], que comparaban la capacidad de sellado en materiales de obturación retrógrada con tintes, llevados a cabo con y sin la eliminación del aire de las muestras, avalan los resultados anteriores. Estas conclusiones no son compartidas por

Masters y cols[1995] para quienes los estudios de filtración mediante tintes no requieren el procedimiento recomendado previamente.

Katz y cols[1998] estudian la influencia que tiene la posición del diente (horizontal o con el ápice vertical) en la penetración del colorante mediante inmersión pasiva o bien bajo presión reducida de 560 mm Hg. Sus resultados indican menor filtración en todos los grupos en los que los dientes permanecían tumbados, por lo cual concluyen que la postura de las muestras es un factor a tener en cuenta en experimentos que miden la filtración con tintes.

Esber y cols[1998] verifican que los índices de penetración apical de colorante crecen proporcionalmente al número de ciclos masticatorios . Su estudio in vitro sugiere que las fuerzas masticatorias realzan el verdadero alcance de la filtración.

Azabal y cols[1999] aseguran que para que la tinta penetre correctamente en los dientes es necesario un proceso de centrifugación, lo que favorece su difusión. En su experiencia, la filtración pasiva del colorante no es un buen método de estudio, ya que la densidad y tensión superficial de éste puede impedir que penetre correctamente por el foramen apical. Por el contrario, Antonopoulos y cols[1998] revalidan el procedimiento refutado anteriormente y consideran fidedignos los datos obtenidos mediante la filtración pasiva de colorante al compararlos con otros métodos de análisis (presión negativa) .

Kontakiotis y cols[2001] comprobaron que la penetración de un colorante en dientes clasificados previamente en la categoría de “ gran filtración “ mediante un sistema de transporte de fluidos, disminuía en los casos en que no se había eliminado el contenido acuoso retenido en los vacíos existentes a lo largo del relleno radicular, al compararlo con el grupo en que había sido evacuado, de tal modo que la penetración del tinte era la misma en dientes de “ gran filtración “ con los huecos ocupados con agua, que aquéllos otros que eran catalogados de “ no filtración “ con el modelo de transporte de fluidos mencionado antes .

Wu y Wesselink[1993] refieren que los estudios sobre filtración publicados en dos revistas prestigiosas[Journal of Endodontics e International Endodontic Journal], suponen 1 de cada 4,3 trabajos científicos . El método más popular consistía en medir linealmente la penetración de un marcador (tinte o bien radioisótopo) a través del canal radicular. En casi todos los trabajos que examinaban la eficacia de diversas técnicas, la condensación lateral era usada como estándar y control en la comparación. Al cotejar los resultados, éstos resultaban ampliamente dispares aunque los métodos experimentales eran francamente similares. Este detalle les lleva a considerar los resultados como de dudosa credibilidad. Los autores recomiendan esforzarse en el estudio de la metodología sobre la filtración más que evaluar continuamente la capacidad de sellado de diferentes materiales y técnicas que siguen derroteros poco productivos y propocionan escasa información útil.

Enlazando con lo anterior, Roig y cols[1996] afirman que es difícil establecer comparaciones entre diferentes trabajos , porque son muchas las variables sin estandarizar. Aseguran que al valorar los resultados de estudios sobre la filtración apical mediante colorantes, por ejemplo, hemos de ser especialmente cautelosos. Comprueban como en la literatura hay importantes discrepancias y resultados sumamente contradictorios entre unos autores y otros, y señalan de qué modo investigadores diferentes registran unos valores opuestos cuando estudian la filtración de un determinado cemento de óxido de cinc - eugenol en un trabajo similar. Ello significa que las distintas investigaciones son difícilmente reproducibles, de tal manera que el aprovechamiento no es todo lo rentable que debiera.

En las investigaciones es necesario realizar comparaciones, pero al cotejar los datos hay que ser muy cauto al extraer conclusiones. Hay ciertos aspectos que al pasar inadvertidos producen un sesgo en los resultados, y el no considerarlos convenientemente permite encubrir elementos que imprimen un rumbo que nos aleja de la realidad. Esto no significa en modo alguno que las observaciones recogidas documenten una contingencia, pero lo cierto es que cada vez que un estudio científico presenta algunos datos, va acompañado de un margen de error porque hay circunstancias que ignoramos que dejan su huella en los resultados, por lo que el grado de confianza nunca es total. Consideremos por ejemplo las siguientes cuestiones para ilustrar lo anteriormente expuesto: ¿Era el operador igualmente diestro al manejar ambos cementos? ¿Se tuvo en cuenta si el tiempo de fraguado es el mismo para ambos? ¿El colorante utilizado deterioraba la estructura de alguno?

Pecora y cols[2002] destacan la importancia de la correcta manipulación de los selladores para aprovechar óptimamente sus propiedades. En su estudio prepararon canales laterales en varios dientes y unos los obturaron con selladores bien mezclados y el resto con una consistencia incorrecta. Las muestras fueron radiografiadas y el análisis estadístico de los resultados mostró una capacidad más alta de sellado cuando los cementos eran manejados correctamente. Si no estamos bien familiarizados con cada uno de los productos, no es inverosímil que al comparar resultados malinterpretemos los datos.

Allan y cols[2001] registraron el tiempo de fraguado de varios selladores en la loseta de mezcla y comprobaron que endurecían mucho más rápidamente que al colocarlos dentro del conducto. También observaron que unos precisaban de más tiempo que otros. Desde el momento que algunos trabajos se realizan cuando se supone que el sellador ha fraguado, podemos considerar la importancia que adquiere el conocer estos detalles para enjuicar cabalmente los resultados. En su ensayo, estos investigadores trabajaron con Roth's, Tubliseal (ambos del tipo óxido de cinc eugenol), Sealapex (hidróxido de calcio) y AH26 (resina epoxy). Los resultados revelaban que en la primera semana sólo habían fraguado parcialmente, y que el endurecimiento total se completaba tras un periodo de un mes en tres de ellos. Roth's fue el más lento (gran parte estaba sin fraguar pasadas ocho semanas). Su

conclusión es que en condiciones clínicas los selladores fraguan mucho más lentamente que en las pruebas de laboratorio; sin embargo, gran número de trabajos reflejan unos tiempos de reposo insuficientes (setenta y dos, noventa y seis horas) antes de someter a pruebas de filtración diversos selladores, aunque la pretensión de los autores sea la manipulación de cementos totalmente fraguados, sin cambios químicos inherentes al paso del tiempo.

Oztan y cols[2001] analizan el efecto de dos tintes empleados habitualmente (azul de metileno y tinta India) sobre diferentes selladores de canales (Sealapex, Endomethasone, Sultan, AH plus y Ketac Endo). La densidad óptica de las soluciones las midieron con un espectrofotómetro y los valores indicaron que mientras el colorante tinta India no modificaba la estructura de ninguno, el azul de metileno al 1% afectaba a los selladores Sealapex y Sultan, y al 2% a AH Plus. Puesto que el azul de metileno no influye igualmente en la disolución de todos los cementos probados, podemos caer en el error al comparar la eficacia de diversos selladores cuando son ensayados con este tinte, o adjudicar unos índices de filtración excesivos. Así, por ejemplo, en un trabajo de Ahlberg y cols[1995], donde se compara la filtración lineal de dos soluciones acuosas al 5% (azul de metileno y tinta India) frente a varios selladores (Sealapex, Tubli-Seal y Ketac Endo), los autores consideran que ofrece mayor rendimiento el azul de metileno porque mostró mayor penetración que la tinta India. Su conclusión es que el azul de metileno posee un peso molecular menor que la tinta India y por consiguiente se introduce más profundamente. Nótese que dos de los selladores empleados en este estudio son los mismos que los referidos con anterioridad, y el otro, Tubli-Seal, de una composición similar a Sultan (óxido de Zn- eugenol). La investigación de los autores citados en primer lugar permite suponer que el azul de metileno interfiere químicamente con los selladores deteriorándolos. Cabe preguntarse, pues, qué porcentaje de filtración hay que atribuir al reducido peso molecular y cuál otro al daño del cemento.

Grossman[1988] definió las características ideales de los selladores de conductos. Una de ellas, y no la menos importante, recomienda que el sellador no se disuelva en contacto con los fluidos tisulares, pero sí en los solventes utilizados en los casos de retratamiento. Los ensayos realizados muestran, según algunos autores, una cierta solubilidad de los selladores en contacto con la saliva[Higginbotham 1967].

Debido a las necesidades de retratamiento, hay trabajos que se han ocupado de estudiar la solubilidad de los selladores en solventes de diversa composición química. No todos los selladores tienen " parámetros de solubilidad "similar. Al hablar de parámetro de solubilidad nos referimos a la capacidad de reacción tanto de los plásticos como de los disolventes orgánicos. En principio, un polímero se disuelve en un solvente que tiene un parámetro de solubilidad igual o menor que aquél. El P.S. de las resinas epoxy es de 11; el P.S. del agua, 23,4[Seymour y Carraher 1998]. Según la tesis de Horta Zubiaga y cols[2000] el proceso de disolución ocurre si el valor absoluto de la diferencia de los parámetros de solubilidad es cero o muy pequeño.

El párrafo anterior demuestra que los polímeros epoxy son especialmente resistentes. No obstante, se pueden retirar del conducto una vez endurecidos. Machtou[1993] recomienda usar los ultrasonidos con spray de agua para desintegrar y dispersar los cementos de resina. Según este autor no es fácil encontrar un disolvente que los ataque.

Frajlich y cols[1998] utilizan con éxito limas Hedstroem y xileno para vaciar conductos obturados con gutapercha y AH 26. El xileno, o dimetilbenceno, es un disolvente industrial volátil, de olor agradable, tóxico e inflamable. La fórmula comercial más frecuente es la del xilol.

Friedman y cols[1992] consiguen eliminar del conducto los selladores Ketac Endo (ionómero de vidrio), Roth's (óxido de cinc eugenol) y AH 26 (resina epoxy) tanto con ultrasonidos como manualmente, aunque con la técnica ultrasónica se realiza más rápido. No obstante, con ninguno de los procedimientos lograron despejar la porción apical completamente, y al estudiar los dientes observaron el mayor número de residuos en los casos tratados con Ketac Endo, seguido de AH 26.

Hansen[1998] analizó la actividad de varios productos utilizados habitualmente como disolventes en endodoncia , entre ellos eucaliptol, esencia de eucalipto, coloquintina (extraído de un tipo de naranja) , xilol y cloroformo , para retirar gutapercha y diversos tipos de selladores: ProcoSol (óxido cinc-eugenol), AH26 (resina epoxy) y Sealapex (hidróxido de calcio). Por motivos técnicos éste último no pudo ser evaluado. Todos los disolventes atacaron la gutapercha y el sellador ProcoSol en un tiempo razonable, y sólo el cloroformo fue capaz de disolver AH26 después de un contacto prolongado, mayor de 30 minutos. El cloroformo o triclorometano (Cl_3CH) se emplea para disolver plásticos, resinas y gutapercha[Ladrón de Guevara y Moya Pueyo 1995].

Schafer y Zandbiglari[2002] comprobaron que con el uso del cloroformo , los selladores basados en resina epoxy, hidróxido de calcio, óxido de cinc-eugenol e ionómero de vidrio se disolvían en mucha mayor proporción que empleando aceite de eucalipto. Sin embargo, por el riesgo potencial que supone el uso de cloroformo, los autores consideran necesario investigar disolventes más inocuos.

Whitworth y Boursin[2000] estudiaron la solubilidad de diferentes selladores en dos solventes volátiles: el cloroformo y el halotano. El nombre genérico de éste último es el Fluotano, un anestésico inhalatorio como el cloroformo o triclorometano, pero menos tóxico. Utilizaron para su experimento Ketac Endo (ionómero de vidrio), Tubli-Seal EWT (óxido de cinc -eugenol), Apexit (hidróxido de calcio), y una resina epoxy (AH Plus), desarrollada para remozar el sellador AH26, al que se parece químicamente, pero con un comportamiento más benigno con los tejidos periapicales por no liberar formaldehído. Sus experimentos mostraron claras diferencias entre los selladores frente a la acción disolvente de los anestésicos. El más resistente fue Ketac Endo, con

menos del 1 % de pérdida de peso tras diez minutos en contacto con ambos productos. AH Plus fue más soluble que el resto, tanto en cloroformo como halotano, con un 96 % y 68 % de pérdida de peso después de diez minutos de exposición, respectivamente.

De los trabajos anteriores se desprende que los selladores se disuelven en solventes orgánicos, algunos muy tóxicos. Más importancia tienen los estudios que miden la solubilidad de aquéllos en agua destilada, de acuerdo con la norma internacional ISO 6876. Según ésta, la solubilidad del material no deberá exceder el 3% en masa, ni la muestra deberá dar evidencias de desintegración.

En las instrucciones de uso del producto AH 26, el fabricante indica que cumple con los requisitos de la ISO 6876: 1986 para materiales dentales de obturación de los canales radiculares. Esta norma internacional especifica las condiciones necesarias que deben cumplir los materiales empleados para la obturación permanente de los canales radiculares, con o sin el apoyo de puntos de obturación, y sólo se ocupa de los productos empleados para uso ortógrado (la obturación del canal realizada por vía de la corona).

La Norma Europea adoptada por el CEN (Centro Europeo de Normalización) es idéntica a la norma ISO de referencia.

Los materiales para sellado de los canales radiculares cubiertos por esta norma internacional se clasifican en dos categorías. Los del tipo I (materiales de endurecimiento) son aquéllos que se endurecen dentro de las 72 horas siguientes al comienzo de la mezcla. Los del tipo II no sufren endurecimiento. El sellador AH 26 pertenece al primer grupo. De acuerdo con los métodos de ensayo propuestos en la norma ISO 6876: 1986, y según el fabricante, el tiempo de fraguado varía entre 9 y 15 horas a 37 ° C. El procedimiento recogido en esta norma de homologación considera que la mezcla ha fraguado cuando en la superficie horizontal del material dejan de ser visibles las penetraciones ejercidas cuidadosamente con el penetrador métrico de tipo Gilmore (un tipo de aguja especial). Para el cálculo y expresión de los resultados se realizan tres determinaciones, se calcula el resultado medio y se registra como el tiempo de endurecimiento.

Los experimentos que estudian la pérdida de masa de los selladores tras almacenarlos en agua, podemos considerarlos clínicamente más relevantes porque suministran datos y dan pistas que simulan mejor las condiciones halladas in vivo, ya que la saliva es agua en el 99,42% y en el 0,58%, elementos sólidos. Los sólidos son en sus dos tercios materia orgánica (ptialina y mucina principalmente), y el tercio restante se compone de iones inorgánicos[West y cols 1966]. Aunque pueden descubrirse elementos comunes en algunos aspectos con la norma ISO 6876, apartado 7.8, (la saliva es agua en más del 99 % de su composición, y la temperatura de la cavidad bucal es próxima a 37 °C), se desatienden elementos clave, como la degradación bioquímica producida por microorganismos; y es que, ciertamente, el ambiente bucal, por su natural complicado, es irreproducible en un modelo

de laboratorio, que se atiende a una o dos cuestiones en particular y no maneja circunstancias clave que inciden en los resultados.

Los ensayos realizados de acuerdo con la norma ISO 6876 apartado 7.8, muestran que las resinas epoxy (AH 26) son muy estables, y su solubilidad nada tiene que ver con la conseguida con solventes orgánicos antes comentados. Órstavik[1983] desarrolló el procedimiento recomendado por la norma internacional que mide la solubilidad y desintegración de los cementos de conductos en agua destilada durante 24 horas. El sellador con menor pérdida de peso era AH 26 (resina epoxy), con un resultado negativo de - 0,84 %. El mayor porcentaje de solubilidad lo mostraban Crésopâte (óxido de cinc - eugenol, alcanfor y clorofenol) y Kloroperka (óxido de Zn eugenol, gutapercha, cloroformo), con unas puntuaciones de 10,69 y 22,71 %, respectivamente. La causa de estos valores tan altos se explica por la evaporación de sus componentes volátiles durante el proceso de secado de los materiales con pentóxido de fósforo. AH26 mostró la menor pérdida de peso de todos los materiales probados (N2, Diaket, Endomethasone, Kerr PCS, ProcoSol, Crésopâte, Kloroperka). La puntuación negativa se debe a la captación de agua, por eso el peso registrado al final es mayor que el inicial. La absorción de agua por los selladores es una facultad que favorece la hermeticidad, según Griève[1972], probablemente debido a la expansión del cemento. Otros autores[Halimi y cols. 1990] destacan que la solvatación no es sino uno de los elementos que contribuyen al sellado, no más importante que la fuerza de adhesión y el cambio dimensional tras el endurecimiento.

Kazemi y cols[1993] afirman que la mayoría de los selladores se contraen durante el fraguado, y que éste puede seguir después del endurecimiento. Los huecos así formados proporcionan un ambiente propicio para que las bacterias colonicen y se diseminen hasta alcanzar los tejidos apicales. En su trabajo estudian los cambios dimensionales de varios selladores de composición química variada durante 180 días incluidos en pipetas rellenas de agua. AH 26 mostró una expansión durante el fraguado, retornando a los valores iniciales tras 7 días. Al final del experimento detectaron cierta desintegración, aunque muy escasa, lo que se debe, a juicio de los autores, a la degradación de la hexametenetetramina que no ha reaccionado, descomponiéndose en formaldehído y amoniaco.

Wu y cols[1995] midieron la filtración de cuatro selladores (AH 26, Ketac Endo , TubliSeal y Sealapex) en función del grosor del cemento al depositarlo en el conducto , el tiempo transcurrido y el medio en que fueron almacenados. Su propósito era investigar qué influencia tiene sobre el sellado el mantener los dientes inmersos en agua durante 1 año, con el material de obturación expuesto. Para ello miden la filtración al comienzo del experimento mediante un modelo de transporte de fluidos que permite reutilizar las muestras para futuras comprobaciones sin destruirlas ni modificarlas. Utilizaron dientes de bóvidos, preparando conductos de 3 mm de grosor y obturándolos con sellador sólo, o bien sellador más conos de gutapercha, en cuyo caso el espesor del cemento depositado resultaba ser de 0,05 ó 0,25 mm. Transcurrido un año, todos los

selladores mostraron menor filtración cuando el espesor de la capa depositada en el canal era la más delgada, resultado este que concuerda con Orstavik[1982]. AH26, Ketac Endo y TubliSeal, con un grosor menor de 0,25 mm, filtraron prácticamente igual inmediatamente después de la obturación que tras el periodo de 1 año en agua. De hecho, la filtración tendía a disminuir con el tiempo. Esto lo explican por la capacidad de mejora que ofrece el ionómero de vidrio con el tiempo (Ketac Endo), y la absorción de agua y consiguiente expansión de AH 26 , lo que puede compensar cierta disolución. El mecanismo por el que TubliSeal consigue mantener el sellado después de 1 año no lo ven claro, ya que el óxido de cinc - eugenol es soluble en agua[Von Fraunhofer y Branstetter 1982]. Los autores creen que empleado este cemento con gutapercha le permite rendir mejor. El peor resultado de todos los selladores fue el registrado por Sealapex (hidróxido de calcio). Únicamente cuando se empleó con gutapercha con un grosor muy fino, el sellado pudo ser mantenido. Según el parecer de los autores, estos tres selladores dan buen resultado cuando son usados con técnicas de condensación de gutapercha que consiguen el citado espesor. AH 26 demostró buena capacidad de sellado incluso al manejarlo sin conos de gutapercha, mientras que no ocurrió lo mismo con Ketac Endo y Tubli Seal.

Kaplan y cols[1997] creen que los experimentos descritos en la norma internacional ISO que analizan la estabilidad química de los selladores, aunque útiles, no reproducen las condiciones in vivo. En su trabajo estudian la desintegración y degradación de tres selladores: AH 26, TubliSeal y Ketac Endo, bajo el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Para el examen cuantitativo, preparan los materiales siguiendo el criterio de los fabricantes, y los mantienen almacenados veinticuatro horas a 37 °C y una humedad relativa del 95 %, con la intención de facilitar el fraguado de los productos, antes de sumergirlos en agua destilada durante durante 48 horas, 7 y 45 días. Determinan la pérdida de masa calculando los diferentes pesos antes y después de la prueba, lo que da una idea de la solubilidad. Según los autores, no hay diferencias entre los tres cuando se estudian cuantitativamente; sin embargo, los resultados aportados mediante el estudio con microscopio de la superficie de los selladores (examen cualitativo), muestran un aspecto rugoso de AH26 y TubliSeal y un gran deterioro de Ketac Endo que hace sospechar fracturas en el interior del material. Este detalle lo explican por la diferente metodología adoptada en esta última prueba, donde los selladores se sumergieron en agua inmediatamente después de la mezcla, sin dar tiempo a que se completase su fraguado, sustrayendo un tiempo vital para que los productos a base de ionómero de vidrio (Ketac Endo) alcancen estabilidad.

Orstavik y cols[2001] afirman que siendo tan heterogénea la composición química de los selladores, no es de extrañar resultados tan dispares al estudiar los cambios morfológicos cuando son analizados según los criterios de la norma ISO apartado 7.8 durante 48 semanas. La mayor parte de los cambios tienen lugar en el primer mes y describen contracciones variables en los selladores del grupo óxido de cinc-eugenol (desde 0,3 hasta el 1 %), mientras que en las resinas epoxy su comportamiento es el opuesto (expansión inicial

del 4-5 % el AH 26 y menos acusado en AH Plus, con tan sólo 0,9 %). Los autores consideran que existe peligro de reinfección en las situaciones en que el sellador se encoge, por la posibilidad que brinda para la penetración bacteriana. Estos vacíos deberían tener un calibre mayor de 2 micras para que los gérmenes pudieran transitar a través de ellos, según la opinión de Wu y cols[1993], aunque no es impensable que sus toxinas se desplacen por caminos más estrechos hasta alcanzar el ápice con tiempo suficiente. Esta reflexión no es compartida por Carratù y cols[2002], quienes recuperaron bacterias en todas las raíces endodonciadas, pero no endotoxinas, cuando contaminaron con saliva la extremidad coronaria de dientes obturados mediante condensación lateral y vertical de gutapercha.

Según Comyn[1998], el proceso que conduce a la degradación de los plásticos es complejo. Su desarrollo implica una transformación en la estructura del polímero debido a la ruptura de la molécula, lo que ocasiona una pérdida de propiedades que lo convierte en un producto poco estable y caduco. El deterioro es consecuencia de cambios ambientales que producen envejecimiento. El sellador AH 26, como todos los plásticos, no es ajeno a las agresiones externas que lesionan su estructura, aunque, al ser productos sintéticos de laboratorio, son especialmente resistentes. De hecho, cuando interesa hacerlos vulnerables y biodegradables se manufacturan de modo especial, de modo que sean fácilmente atacados por la luz, el calor, la humedad, etc. Los cambios físicos que se operan en su superficie traducen la aparición de grupos químicos nuevos que facilitan la ruptura de las cadenas. La fotodegradación produce envejecimiento por una oxidación que genera grupos carbonilo ($R-CO-R'$) [Göpferich 1996]. Aunque la mayoría de los plásticos son invulnerables a la acción biodegradativa, se sabe que la fotooxidación previa facilita la digestión de la molécula por ciertos gérmenes y sus toxinas, al brindar radicales carbonilo susceptibles de una hidrólisis capaz de reducir el peso molecular del polímero progresivamente. La reacción química que convierte el grupo carbonilo en su hidrato es una adición. Los elementos del agua se suman al grupo carbonilo con más avidez cuanto menos estables sean los radicales R y R 'del carbono. El formaldehído ($H-CO-H'$), que sólo posee sustituyentes H en su grupo carbonilo, no es eficaz para resistir este proceso de hidrólisis por carecer de radicales alquilo largos que estabilicen la molécula. La conversión en hidrato del formol es del 99,96 %. Esto crea huecos en el polímero y se desmorona. Para que ocurra el proceso biodegradativo, además de los microorganismos se precisa que el ambiente no sea ni muy ácido ni muy básico (pH entre 5 - 8), debe haber humedad , una concentración de oxígeno adecuada, y la temperatura entre 20 y 60 °C[Gómez y Gil 1997].

AH 26 posee en su estructura formaldehído. Esta molécula la aporta el polvo, HMT (hexametenetetramina), catalizador del prepolímero epoxy. La HMT es higroscópica, es decir, posee la propiedad de absorber cierta cantidad de agua, de acuerdo con la tensión de vapor que lo rodea, y de cederla cuando esta tensión disminuye. La reacción de polimerización de la resina epoxy se produce al reaccionar el endurecedor HTM con los grupos epoxy terminales del

éter glicídico del Bisfenol A, formándose, al azar, redes macromoleculares muy tupidas y resistentes con numerosos radicales hidroxilo u oxidrilos (OH) colgando del polímero. Estos radicales son intramoleculares, es decir, se encuentran en la propia estructura del sellador AH 26. En los grupos oxidrilo, el átomo de hidrógeno puede formar uniones intermoleculares con otras sustancias que poseen a su vez átomos electronegativos (F, O, N) generándose “enlaces de hidrógeno”, que si bien constituyen una fuerza de atracción discreta considerados individualmente, en conjunto sus efectos son notables; así, por ejemplo, la estructura de los ácidos nucleicos es determinada por este tipo de enlace. Los radicales oxidrilos del polímero AH 26 le permiten formar enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua (HOH), que también tiene enlaces polares. Esta reacción explica la captación de agua por parte del epoxy, lo que no implica disolución. La solubilidad del sellador AH 26, igual que el resto de los polímeros, es más compleja que la de otras sustancias más sencillas, con pesos moleculares discretos. AH 26, una vez endurecido, forma una estructura molecular muy estable, con numerosos nudos que anclan las cadenas de la resina epoxy. Este fenómeno, llamado reticulación, es característico de los polímeros termoestables, y su naturaleza lo hace más resistente que otros compuestos estructuralmente más simples. En las sustancias de bajo peso molecular, sus moléculas se van separando progresivamente hasta quedar dispersas en el seno del disolvente. En los polímeros, por el gran tamaño de sus moléculas, el proceso de dilución es distinto y se ve dificultado por la maraña de cadenas que constituyen un obstáculo a la penetración de las pequeñas moléculas del disolvente en el cuerpo de la resina. En una primera etapa hay una hidratación o solvatación del polímero, que se traduce en un hinchamiento más o menos evidente. Tras este estadio, la resolución es distinta según la naturaleza del polímero: en una resina termoplástica el proceso, aunque lento, continúa y las cadenas se desatan unas de otras dispersándose (hay una disolución). Si consideramos una resina termoestable (AH 26), con cadenas reticuladas unidas con enlaces covalentes, el disolvente no llega a separarlas (no hay disolución) y el material así constituido formará un gel, con mayor o menor hinchamiento según el grado de reticulación y número de nudos. Las resinas termoestables, altamente reticuladas, sólo llegan a absorber pequeñísimas cantidades de disolventes [Gómez Antón y Gil Bercero 1997]. La firmeza o estabilidad del epoxy sólo se alcanza una vez tejida la maraña de nudos entre las cadenas, lo que significa que la resina antes de reticularse (fraguado incompleto y / o dosificación inconveniente) carece de dichas propiedades y es, por lo tanto, termoplástica [Shelley 1999].

El porcentaje de absorción de agua de un epóxido en veinticuatro horas es del orden del 0,1%; este exiguo volumen es el responsable del hinchamiento o solvatación de la resina AH 26, descrita por algunos autores [Orstavik y cols 2001, Kazemi y cols 1993, Orstavik 1983].

Ciertos autores [Zhou y Lucas 1999 a], han estudiado cómo se traducen los efectos higrotérmicos en la absorción de agua de las resinas epoxy. Su investigación muestra que las moléculas de agua se unen a los polímeros

epoxy mediante enlaces de hidrógeno. Este nexo puede ser de dos tipos, según la complejidad de los enlaces; en el tipo I, que es el más frecuente, la molécula de agua forma un único puente de hidrógeno con la malla del polímero, formando una unión lábil y fácil de eliminar de la resina. El tipo II es el resultado de múltiples enlaces de hidrógeno entre la molécula de agua y el epoxy, y esto condiciona una unión estrecha difícil de deshacer. El tipo II se desarrolla con tiempos de inmersión del polímero en agua más largos y temperaturas más altas.

Una de las propiedades físicas más importantes de los plásticos es la Temperatura vítrea (T_g), que nos informa de la rigidez del polímero. Al calentarlos, hay zonas en su estructura molecular que se desplazan en ciertos segmentos, de tal manera que a mayor T_g , más dificultad en moverse las cadenas. Un trabajo de Zhou y Lucas[1999 b] relaciona la T_g de las resinas epoxy con las variaciones higrotérmicas ambientales . Sus resultados muestran que el tipo de enlace establecido entre la resina y el agua condiciona los valores de T_g , de tal modo que una unión lábil (tipo I), rompe las fuerzas de Wan der Waals en la malla del polímero y los enlaces de hidrógeno formados por la interacción resina / agua provocan un incremento de la movilidad en ciertos segmentos de la cadena, por lo que actúa como diluyente y disminuye la T_g . Por el contrario, el tipo II más rígido contribuye a un incremento de T_g al formarse secundariamente eslabones que se enlazan firmemente.

Según Zang y cols[1999] los esfuerzos realizados en reducir la captación de agua en las resinas epoxy, apuntan a una modificación molecular consistente en el reemplazo de los grupos hidroxilo por acetoxi, lo que disminuye la hidratación global de la resina pero incrementa la difusión de agua entre la red molecular del polímero. Los efectos pueden ser principalmente debidos al hidrofóbico grupo metilo de los radicales acetoxi. Las investigaciones de Li y cols[2000] confirman que el grupo metilo previene la captación de agua, pero hace al grupo acetoxi más flexible y esto contribuye a una mayor difusión. Los autores encontraron que, a treinta grados centí-grados, una resina epoxy (O- cresol novolac) catalizada o endurecida con fenol novolac acetoxi, absorbía un 0,84 % de agua, mientras que esa misma resina epoxy tratada con fenol novolac, sin los grupos acetato, se hidrataba 1,97 %.

Han y cols[2000], proponen un simple método de fluorización durante el "curado" o endurecimiento de los polímeros epoxy para incrementar la característica hidrofóbica superficial de éstos. Polimerizando resina epoxy con politetrafluoretileno (PTFE) se obtiene una resina fluorada debido al anclaje de PTFE a la superficie del polímero epoxy , lo que da por resultado una sustancia altamente hidrofóbica a la vez que muy estable.

Las resinas epoxy poseen una adherencia excelente, es decir, son muy buenos pegamentos, pudiéndose reticular con otros materiales (dentina y gutapercha). Además, forman macromoléculas de una apreciable longitud, cuyas cadenas se hallan unidas por fuerzas considerables. Ambas circunstancias confieren al epoxy una gran estabilidad. Sin embargo, ciertos

trabajos han demostrado que los materiales utilizados en la obturación radicular son susceptibles de deterioro y descomposición[White 1998] , por lo que el éxito de la endodoncia descansa en un precario equilibrio[Kaplan y cols 1997 ; Kazemi y cols 1993].

Cualquiera de los procedimientos vigentes desarrollado para obturar los conductos es válido, y manejado cuidadosamente brinda unos resultados clínicamente satisfactorios, pero al comparalos entre sí ninguno muestra un rendimiento que le otorgue superioridad ante el resto. Además, todas las técnicas, con más o menos éxito, muestran algún grado de filtración al someterlas a pruebas experimentales y todas ellas se sirven de los mismos materiales: gutapercha (modificada físicamente para adaptarla a una técnica en particular, o con la pretensión de hacerla más capaz), y los selladores de conductos. Suponiendo que la preparación mecánica minuciosa se tradujese en una obturación completa desde corona a ápice, la filtración registrada en parte o la totalidad del canal denotaría un menoscabo de los materiales empleados. El dictado de la tradición[Kaplan y cols 1997, Kazemi y cols 1993, Khayat y cols 1993, Swanson y Madison 1987] obliga a considerar un determinismo fatalista que liga la existencia de poros o resquicios al deterioro del sellador , gutapercha o ambos, en los casos donde la obturación se realizó conforme a estrictos criterios de calidad; es decir, hay una relación causa / efecto que explica los motivos de la filtración y enlaza el antecedente (contaminación) con el resultado (pérdida propiedades sellantes) y sus consecuencias (filtración).

La filtración coronaria en dientes endodonciados es considerada una causa importante en el fallo del tratamiento[Swanson y Madison1987]. Ciertos estudios han revelado que el extremo coronario adolece de un sellado peor que el conseguido en la zona apical[Oliver y Abbott 1998] por lo que resulta patente la necesidad de mantener el acceso al conducto convenientemente ocluido con el fin de evitar la pérdida de sellado y, con ella, la penetración de irritantes.

La exposición de los materiales de obturación radicular a los fluidos bucales conduce finalmente a la disolución del sellador, permitiendo la contaminación bacteriana del canal y, con el tiempo, el desarrollo de patología periapical [Messer y Wilson 1996]. La opinión de que la contaminación coronaria deteriora la calidad de la obturación radicular se ha visto corroborada en múltiples trabajos in vitro. No obstante, Weine[2003] duda que la filtración coronaria sea in vivo causa de lesión periapical en dientes correctamente endodonciados.

Guerra y cols[1994] otorgan importancia al sellado coronario de los dientes endodonciados desde el momento que aquéllos en los que se prescindió de una base cavitaria registraban una filtración inquietante, en comparación con los que se protegía la entrada al conducto.

En la misma línea que los anteriores, Garro y cols[1994] observaron que la saliva ejerce una acción negativa sobre el sellado de la gutapercha, potenciando la filtración. De su estudio deducen que el efecto protector de IRM (material utilizado en restauraciones temporales cuya composición es óxido de cinc-eugenol) puede ser válido durante un tiempo, y recomiendan repetir la endodoncia en aquellos dientes en los que la gutapercha queda expuesta directamente a los fluidos bucales, o bien llevan un periodo prolongado de tiempo con la restauración temporal.

La evidencia de que los materiales catalogados como provisionales evitan sólo parcialmente la filtración coronaria de saliva también se desprende del estudio in vitro realizado por Mínguez y cols[1994] .

Igual de preocupantes son los resultados del ensayo llevado a cabo por Imura y cols[1997] en donde se compara el sellado coronario en sesenta dientes endodonciados, cuyo acceso se ocluyó con gutapercha en un grupo, y Cavit e IRM en otros dos, permaneciendo estos materiales en contacto con saliva humana. Aunque había diferencias entre ellos en cuanto al tiempo en que se producía la filtración, ninguno fue capaz de evitarla .

Apoyados en estas conclusiones, Uranda y cols[1999] consideran más prudente utilizar algún producto definitivo para tapar la cavidad de acceso que otros considerados temporales, si ha de transcurrir bastante tiempo hasta que tenga lugar la restauración definitiva del diente.

Por el contrario, Higa y cols[1994] no han podido confirmar que la amalgama de plata selle mejor que IRM cuando se exponen a colorantes .

Las conclusiones del trabajo de Barkhordar y Stark[1990], en el que comparan la influencia que sobre la filtración coronaria tiene el tallado de cavidades operatorias dispares: paredes rectas o bien divergentes hacia oclusal, indican que el diseño cavitario no es determinante cuando consideramos la filtración en función del aspecto retentivo de la preparación.

El trabajo de Swanson y Madison[1987] tiene su importancia por ser una de las primeras investigaciones que plasma el deterioro que sufren los selladores empleados en la obturación radicular al ser contaminados con saliva artificial, según el criterio de los autores. En la fecha en que fueron realizados estos estudios, el problema clínico que suponía la filtración debida al contacto de los materiales de obturación radicular con el medio bucal empezaba a ser investigado. La trascendencia de su ensayo es manifiesta por ser pionera al vincular la contaminación coronaria con el fracaso del tratamiento de conductos y, a la vez, por el número de veces que su trabajo es citado al abordar esta cuestión de ese tiempo a esta parte. Estas premisas aconsejan dispensarle un estudio pormenorizado.

En su artículo, admiten que tras un corto periodo de tiempo (tres días), el grupo de dientes expuestos a saliva sintética muestra un grado de filtración

muy preocupante. Con todas las precauciones que conlleva trasladar los resultados in vitro a las condiciones que imperan en la cavidad bucal, en su célebre trabajo se sugiere que la falta de sellado coronal es un factor etiológico potencial en el fracaso de la terapia endodóncica, y ello debido a la disolución del sellador por el efecto deletéreo de la saliva.

Para realizar su ensayo utilizan setenta dientes humanos. Los conductos los trabajan mediante la preparación seriada, la porción apical manualmente (lima nº 40) y el resto del conducto con fresas de Gates- Glidden de los números 2 al 4. Permeabilizan inicialmente el foramen mediante una lima del nº 15 y utilizan ClONA al 2,5 % para retirar residuos. Finalmente, tras secar el conducto, acaban realizando una técnica conocida en inglés como *apical clearing*. Este procedimiento permite ensanchar la región apical de dos a tres números por encima de la lima apical principal utilizada durante la secuencia operatoria, pero únicamente está indicada en aquellos casos en los que se ha mantenido cerrado el foramen, de lo contrario, al no contar con un obstáculo mecánico, existe el grave riesgo de sobreobtención al agrandar el conducto mediante este proceder [Walton y Rivera 1996]. La obturación la realizan en sesenta y cinco de las setenta muestras, manteniendo cinco como controles positivos. Emplean la condensación lateral y utilizan como sellador Roth's Sealer (óxido de cinc- eugenol).

Tras la obturación cierran la cavidad oclusal con Cavit (Premier Dental Co., West Germany), y permiten fraguar el cemento sellador durante 48 horas, pasadas las cuales retiran el Cavit y cubren la superficie de la raíz con una cera pegajosa, manteniendo abierto el acceso coronario y los materiales de la obturación radicular expuestos. Los dientes los asignan aleatoriamente a 5 grupos experimentales de 10 cada uno y se colocan en saliva artificial durante diferentes periodos de tiempo (3,7,14,28 y 56 días). Cada grupo en contacto con saliva contiene un control positivo (canal preparado pero no obturado y sin recubrimiento radicular de cera), y otro negativo (canal preparado y obturado, restauración coronaria de Cavit y totalmente recubierto de cera). Hay un grupo de 10 dientes (grupo 0) que no se exponen a saliva. Todos ellos son sumergidos en tinta Pelikan durante 48 horas para demostrar filtración, y tras retirar la cera de las raíces los descalcifican con ácido nítrico al 5 % y posteriormente se diafanizan. Las muestras las examinan con lupa de 5 aumentos y miden la filtración del colorante. Los resultados revelan que ninguno de los dientes sin contacto previo con la saliva mostraba trazas de filtración, aunque fueron incluidos en tinta Pelikan, mientras que en los grupos experimentales el colorante penetró axialmente entre las paredes del conducto y los conos de gutapercha condensados lateralmente y por todas partes del material de obturación. No encontraron diferencias entre los diversos grupos en el grado de filtración detectado, ni siquiera en aquéllos que tan sólo estuvieron tres días en comparación con los mantenidos cincuenta y seis. Los autores del ensayo sugieren que la exposición a saliva artificial ha producido la filtración. Su conclusión es que los fluidos bucales pueden atacar los materiales de obturación radicular y provocar su deterioro y, por consiguiente, el fallo del tratamiento.

No es fácil equiparar los resultados de un experimento in vitro a lo que acontece en la cavidad bucal. En el trabajo que estamos analizando, los autores eligen utilizar saliva sintética frente a la natural. Cuantitativamente, la composición de la preparada en el experimento se parece en más del 99% a la humana, por la razón de que casi la totalidad de ésta es agua. También aciertan en el pH, que no revelan, pero que sabemos que estaba en un rango de 6,8 a 7,5 si consultamos al autor que se remiten para elaborar el producto [Birkeland 1973]. Por lo que a los sólidos respecta, que constituyen sólo el 0,58 % en la saliva natural, están formados en sus dos terceras partes por materia orgánica, principalmente ptialina y mucina, y el tercio restante se compone de iones inorgánicos (Ca, Mg, Na, K, PO₄, Cl, HCO₃, SO₄), amén de otros muchos compuestos, entre ellos ácido láctico y ascórbico, colina, fenoles, urea, glucosa, tiocianatos, yoduros, nitratos y varias enzimas, p.e. fosfatasa, anhidrasa carbónica, lipasa y naturalmente, la bien conocida amilasa salival [West y cols 1969]. De esta composición tan heterogénea, los autores del trabajo en cuestión incluyen cloruro cálcico, fosfato sódico y bicarbonato sódico, que si bien están presentes en la saliva humana, son un pálido reflejo de ésta, como queda expuesto. La importancia de los iones incorporados a la fórmula para sintetizar saliva artificial puede no ser muy relevante, y los efectos sobre el cemento sellador quizá se deban fundamentalmente al contenido acuoso, como puede deducirse del trabajo de Kazemi y cols[1993], quienes registran un deterioro en selladores cuya composición es a base de óxido de cinc-eugenol al incluirlos en agua destilada, siendo aquél continuo y proporcional al tiempo de inmersión. Asimismo, Magura y cols[1991], en un experimento donde manejan dientes endodonciados mediante la misma técnica (condensación lateral) y el mismo sellador (Roth's) que Swanson y Madison, sin restauración coronaria y expuestos a saliva humana durante 2, 7, 14, 28 y 90 días, encuentran los mayores porcentajes de penetración de saliva en los dientes con mayor tiempo de exposición. Este hecho no concuerda con los resultados del trabajo que estamos analizando, ya que la filtración era prácticamente la misma tanto si las muestras estuvieron tres días como cincuenta y seis.

El único criterio de selección conocido de los dientes empleados en el experimento es que poseían un solo conducto, por lo que hay que pensar que eran heterogéneos en cuanto a su clasificación anatómica (incisivos, caninos y premolares). Este detalle es importante a la hora de valorar la filtración, porque la longitud de las raíces de los diferentes tipos dentarios varía, en promedio, desde los 12,53 mm de los incisivos a los 16,3 mm de los caninos [Figún y Garino 1980], no representando lo mismo una penetración del tinte del orden de 11,7 mm en un incisivo (lo que indicaría una permeabilidad del 100%), que en un canino (72 %). Hubiese sido más ilustrativo indicar, en cada uno de los grupos sometido a análisis, la filtración detectada en función del tercio radicular alcanzado por el colorante (coronal, medio, apical).

Los índices de filtración tan alarmantes que arroja este ensayo pueden ser consecuencia de un tiempo de fraguado insuficiente del sellador Roth's , lo que provocaría un desmoronamiento del material al ser atacado por el fluido

experimental. Este razonamiento se puede extraer de las conclusiones del trabajo de Allan y cols[2001], quienes comprueban que el fraguado de los selladores en condiciones clínicas es bastante más lento que el registrado en pruebas de laboratorio. Concretamente, el endurecimiento del sellador Roth's, el mismo utilizado por Swanson y Madison, era el más perezoso de todos los ensayados (Roth's , Tubliseal, Sealapex y AH 26) mostrándose gran parte sin fraguar incluso después de un mes.

La penetración del tinte, que supuestamente remeda el grado de disolución del sellador, es considerada por Magura y cols[1991] como una prueba que no indica causalidad entre el efecto nocivo de la saliva y la filtración detectada. Afirman que los tintes, per se, tienen propiedades penetrantes, lo que desvirtúa los resultados y mueve a interpretarlos erróneamente. Creen más fiable el estudio histológico de las muestras mediante las pruebas que pongan en evidencia vestigios de saliva.

Otros estudios realizados con distintos selladores, muestran igualmente la incapacidad de mantener impermeable el conducto cuando los materiales de obturación están en contacto con fluidos, ya sean éstos sintéticos o naturales. El trabajo de Madison y cols[1987] discurre por la misma línea ideológica del anterior y compara in vitro la filtración coronaria en dientes endodonciados en los que no se ha sellado la apertura de acceso. Los autores se percatan de que en todos los grupos experimentales en contacto con saliva artificial se registra filtración, independientemente del cemento utilizado como sellador: Roth's (óxido de cinc - eugenol), Sealapex (hidróxido de calcio) y AH 26 (resina epoxy). Para realizar el experimento emplean 32 dientes humanos uniconductales, trabajan el canal con limas y fresas de Gates-Glidden (nº 2, 3 y 4) con la técnica de la preparación seriada , irrigan con ClO Na y tras secar los conductos ensanchan la porción apical mediante el procedimiento denominado *apical clearing* (comentado antes). Distribuyen al azar los dientes en tres grupos de 10 cada uno, según el tipo de sellador usado. Todos ellos se obturaron con la técnica de condensación lateral e intervinieron dos operadores en el proceso: Uno de ellos aplicaba el sellador con una lima, ajustaba el cono principal de gutapercha e introducía el espaciador digital para iniciar la condensación lateral. Otro, completaba la obturación en todos los dientes sin conocer qué clase de sellador era el que estaba manejando.

Dos de los dientes servían de controles. Una obturación provisional de Cavit cerraba la apertura y se permitía fraguar los selladores durante 48 horas en un recipiente a 37 ° C. La raíz de los dientes experimentales se cubría con cera espesa excepto la entrada al conducto, y eran mantenidos 7 días en una solución de saliva artificial, cuya composición se detalló con anterioridad. Tras exponerlos al colorante tinta Pelikan 48 horas, las muestras se descalcificaban y diafanizaban para su estudio.

Los datos muestran una penetración del colorante en todos los grupos, aunque en distintos porcentajes: la longitud de la raíz infiltrada en los dientes que se empleó Sealapex, llega al 33 % ; Roth's, 49 % y la resina epoxy AH 26

es la más desfavorecida, con un 80%. Los autores consideran que su trabajo no recoge aspectos que podían haber modificado los resultados, tales como fuerzas masticatorias, cambios de pH, presencia bacteriana, viscosidad de la saliva, etc. Sus conclusiones confirman lo evidente: De acuerdo con el método ensayado, el grupo de dientes obturados con AH 26 muestra mayor filtración coronal que cualquiera de los otros dos.

Al comparar los índices de filtración en los diversos grupos salta a la vista el peor resultado logrado con AH 26, con una capacidad de sellado muy inferior a la lograda por Sealapex (hidróxido de calcio) y considerablemente peor que Roth's (óxido de cinc-eugenol). En el experimento los autores no indican expresamente que eliminasen el barro dentinario de los dientes antes de proceder a la obturación, por lo tanto entendemos que permaneció intacta. Este detalle es importante, porque varios trabajos apoyan la convicción de que esa capa orgánica de residuos que tapiza la dentina del conducto como consecuencia del raspado , actúa a modo de barrera que interfiere, dificulta o reduce la adherencia de algún sellador, concretamente de AH 26. Ya se ha comentado que las resinas epoxy son excelentes pegamentos, a condición que las superficies en contacto estén adecuadamente tratadas. Si el barro dentinario repele el epoxy, la resistencia al despegamiento será menor y la capacidad de sellado puede resentirse [Taylor y cols 1997]. Esta razón pudiera explicar los peores resultados de AH 26 frente a Sealapex y Roth's. No obstante, otros experimentos que manejan los mismos cementos (Sealapex y AH 26) destacan la superioridad del epoxy frente al sellador a base de hidróxido de calcio cuando se trata de medir la resistencia al despegamiento. Así, Gettlement y cols[1991] experimentaron con Sealapex , AH 26 y Sultán (óxido de cinc- eugenol), con el fin de registrar las fuerzas de adhesión dentinaria con y sin barro dentinario, y los resultados mejores los hallaron en AH 26, seguido de Sultán. La fuerza más débil la proporcionaba Sealapex. Únicamente el epoxy AH 26 se beneficiaba al suprimir la capa amorfa de residuos orgánica. En los otros dos no encontraron diferencias al comparar los datos con y sin barro dentinario.

Cuando comparamos la filtración coronal del sellador Roth's (49 %) del presente trabajo con la registrada en el ensayo realizado por Swanson y Madison[85,23 %] en el mismo periodo de tiempo (7 días), resulta cuanto menos sorprendente. Cabe preguntarse cómo es posible que los resultados sean tan distintos cuando el sellador coincide, el método es similar (dientes humanos, preparación mecánica del conducto, técnica de obturación, tiempo de fraguado, exposición coronaria durante el mismo periodo a saliva sintética elaborada con la misma fórmula y estudio de la filtración idéntico), y los dos primeros firmantes de ambos experimentos son los mismos. Consideremos este detalle: comparando el porcentaje de filtración entre AH 26 y Roth's, resulta ser menor (80% frente al 49 %) que el que existe entre Roth's de un experimento y Roth's del otro (85,23 % contra el 49 %); esta incongruencia no es baladí, más bien es capital, pero los autores omiten cualquier aclaración. Hay un pormenor que merece ser destacado. En uno de los trabajos fueron dos los colaboradores que obturaron los conductos: uno de ellos colocaba el

sellador, acoplaba el cono principal de gutapercha e introducía el espaciador digital para iniciar la condensación lateral, y otro completaba el proceso en todos los dientes sin conocer qué tipo de sellador era el empleado. Los autores justifican esta manera de obrar como una garantía que reduce la predisposición y prejuicio de los investigadores. Es decir, lo introducen como un elemento de calidad. Se nos ocurre pensar que salvo que los productos tengan el mismo color, es difícil ignorar qué clase de material estamos manejando. Si esta causa es la responsable de resultados tan dispares, jamás podríamos considerar una circunstancia secundaria la habilidad personal, y difícilmente atribuir la filtración exclusivamente al deterioro del sellador, como se deduce de sus conclusiones.

Los trabajos in vivo no siempre confirman los resultados obtenidos en el laboratorio, lo que demuestra que la investigación in vitro es orientativa y refleja a lo sumo una tendencia, no una realidad clínica palmaria. Esta resolución queda patente en el ensayo in vivo realizado por Madison y Wilcox[1988] en dientes de pitecos que eran obturados con dos tipos de selladores (Roth's y AH26) y permanecían expuestos al medio bucal sin restauración coronaria durante una semana. En ninguno de los casos pudieron registrar una filtración semejante a la hallada en otros experimentos anteriores in vitro. La discordancia la explican por el obstáculo a la penetración del colorante que pudo formar el alimento al quedar alojado en el extremo coronario de los dientes durante la masticación.

Khayat y cols[1993] identifican varios motivos que pueden comprometer el sellado de dientes endodonciados: obturación incompleta de los conductos, caries en contacto con materiales de obturación radicular, falta de restauraciones coronales adecuadas y fracturas dentarias de dientes tratados endodóncicamente. En estas situaciones, afirman que las bacterias de la saliva penetran en dirección corono-apical, por contaminación de los materiales usados en la obturación de conductos, ocasionando el fallo del tratamiento. En su estudio in vitro utilizan 40 molares maxilares y mandibulares humanos, obturando exclusivamente los conductos palatino y distal mediante dos técnicas (condensación lateral y vertical), con el cemento Roth's (óxido de cinc eugenol). Las otras raíces (mesiales y bucales) se eliminaron. Contaminan con saliva natural el acceso coronario y registran el tiempo necesario para recuperar apicalmente las bacterias salivares. La longitud de la obturación en cada raíz fue de 10 mm. Tras retirar la gutapercha con instrumentos calientes hasta conseguir el remanente deseado, no compactaron verticalmente el material que permanecía en el conducto que iba a ser objeto de estudio. Los controles positivos eran cinco raíces "obturadas "con la técnica del cono único sin sellador, mientras que los negativos consistían en otras tantas tratadas mediante condensación lateral, sellador Roth's y cubiertas totalmente con dos capas de barniz de clavo. El tiempo de reposo de las muestras fue de 48 horas. En su trabajo utilizaron saliva humana, recogida cada día y depositada en el extremo superior hasta que atravesaba toda la raíz y contaminaba el caldo de cultivo colocado apicalmente, ofreciendo en ese momento un aspecto turbio a la inspección, lo que permitía registrar el tiempo de latencia. Los caminos

elegidos por la saliva para introducirse a través del material de obturación los delineaba el colorante tinta India en la cavidad de acceso durante veinticuatro horas. Las muestras se diafanizaban y estudiaban los resultados. Éstos mostraban un caldo de cultivo alterado en todas las raíces del grupo control positivo, mientras que permanecía claro en el negativo, lo cual demuestra la fiabilidad del experimento. Las raíces obturadas con condensación lateral se contaminaron totalmente entre 8 y 48 días, y aquéllas tratadas mediante condensación vertical en un periodo de tiempo parecido. El análisis bacteriológico del medio de cultivo que había perdido la claridad o transparencia permitió aislar gran parte de la flora bacteriana salival. En las raíces diafanizadas el tinte discurría entre las paredes dentinarias y los materiales de relleno.

El propósito de los autores era demostrar que las bacterias pueden abrirse paso a través de dientes endodonciados cuando se dan las condiciones para ello. Sin embargo admiten que su modelo in vitro remeda lejanamente el entorno clínico natural. La producción real de saliva está sujeta a muchos factores, y aunque se produce diariamente un promedio de 1200 ml en un adulto sano, es deglutida rápidamente y sólo queda una leve película que mantiene la boca húmeda y actúa como lubricante, por lo que en modo alguno los dientes permanecen inundados (como en el experimento) ni siquiera en los casos en que su secreción es más abundante . De esto se deduce que si las bacterias necesitan el vehículo de la saliva para trasladarse, no cabe esperar in vivo unos resultados análogos a los referidos. El tiempo de fraguado concedido al sellador Roth's fue de 48 horas. Los autores lo consideran suficiente para que el cemento endurezca, porque lo declaran expresamente. Este hecho queda refutado por el trabajo de Allan cols[2001], como se explicó con anterioridad. Al parecer, el sellador Roth's precisa de un tiempo bastante más largo de 48 horas para que alcance su estabilidad. Cabe pensar que el ensayo se realizó sin que el cemento gozase de sus óptimas propiedades. Analizando el método de trabajo podemos descubrir otros elementos que favorecen claramente la filtración. Las raíces endodonciadas contaban con una longitud de relleno de 10 mm, y el exceso se eliminaba con instrumentos calientes para conseguir una medida estándar, pero no compactaron verticalmente la gutapercha tras las maniobras de desalojo del material de obturación excedente. Es fundamental atacar axialmente la gutapercha que permanece en el conducto después de retirar el sobrante porque contribuye a conseguir un relleno más homogéneo e incrementa la calidad del sellado, con independencia de la técnica de obturación: bien sea la condensación lateral [Almenar 2002], o aquéllas otras que utilizan gutapercha termoplástico [Schilder y cols 1985]. Hacer caso omiso de esa advertencia puede explicar una obturación más pobre y, por lo tanto, la existencia de huecos en el seno de los materiales que facilitarían unos índices de filtración directamente ligados a una técnica deficiente.

Holland y cols[2000] admiten la posibilidad de que el sellado del conducto puede alterarse, pero consideran muy difícil establecer cuál es el periodo de tiempo que realmente representa un riesgo de contaminación. Esto lo deducen

al estudiar los tejidos apicales de dientes endodonciados cuando los materiales de relleno radicular permanecen expuestos al medio bucal. Piensan que, entre otros factores, influye la composición química del sellador al inducir la formación de una barrera que obstaculiza el avance de bacterias o sus metabolitos. Su trabajo, realizado in vivo, investiga el comportamiento periapical en dientes endodonciados de perros sin restauración coronaria que permanecen 70 días en contacto con el medio bucal. Las obturaciones las realizaron con dos tipos de cementos: Sealapex (hidróxido de calcio) y otro del grupo óxido de cinc- eugenol (S S White, USA), manteniendo la cavidad oclusal sellada con amalgama de plata en la mitad de los dientes, lo que les permitía disponer de cuatro grupos de catorce dientes cada uno y comparar los hallazgos histopatológicos. Es interesante destacar que en nueve de las obturaciones llevadas a cabo con Sealapex con apertura coronaria abierta, el ligamento periodontal se presentaba sin alteración inflamatoria, con muñones pulpares vitales, exhibiendo un sellado biológico por neocemento. En cinco casos hallaron un pequeño infiltrado inflamatorio de tipo crónico en el periodonto, y de éstos, tres mostraban sobreobturbación de sellador. Al comparar estos datos con los del grupo Sealapex con apertura coronaria sellada con amalgama, sorprende no encontrar prácticamente ninguna diferencia: diez especímenes tienen el periodonto normal y los cuatro casos restantes presentan algunos linfocitos y macrófagos. Hay que resaltar que los dientes experimentales estuvieron setenta días expuestos al medio bucal. Los autores creen que Sealapex produce un cierre biológico apical e impide la agresión bacteriana, de modo similar a la que ofrecen los puentes de dentina en las pulpotomías. Las propiedades casi óptimas de Sealapex in vivo contrastan con los resultados poco prometedores obtenidos por Siqueira Jr y cols[1999] en un trabajo in vitro con este sellador: tras sesenta días de exposición coronaria a saliva (tiempo similar al del experimento anterior), la contaminación total del conducto llegó al 80 %. El periodonto apical de los dientes clasificados en el grupo OZE con apertura coronaria sellada no difería de los dos anteriores. Sólo en cuatro había un pequeño infiltrado inflamatorio de tipo crónico disperso por el ligamento periodontal. Esta flogosis del muñón pulpar y tejidos anexos puede deberse al poder irritante de los cementos a base de OZE. Sin embargo, en los dientes cuya apertura de acceso se mantuvo abierta, apenas uno solo mostraba un periodonto normal sin proceso inflamatorio. En los trece restantes la proliferación celular linfo-histoplasmocitaria era manifiesta, aunque de diversa intensidad, presentando en los casos más graves microabscesos y áreas de resorción del cemento radicular. Es interesante destacar que únicamente en dos casos, el estudio histológico descubrió bacterias próximas a las ramificaciones apicales del conducto principal. Estos resultados contrastan con los presentados en el trabajo anterior, in vitro, donde los autores verifican la contaminación bacteriana de los treinta especímenes en menos de un mes, mientras que en el presente, in vivo, se necesita un periodo de setenta días para conseguir una penetración microbiana exclusivamente en dos de los veintiocho casos.

La diferente metodología puede explicar resultados tan dispares. En ninguno de los experimentos señalados se retiró el barro dentinario, hecho éste de poca

trascendencia cuando el sellador es del grupo OZE o bien hidróxido de calcio, porque la presencia o no de esta película orgánica no influye notablemente en la calidad del sellado al emplear cementos de tal composición [Economides y cols 1999]. La clave hemos de buscarla en los diferentes tiempos de endurecimiento, 48 horas en el trabajo de Kayat y cols , frente a los 15 días en el experimento realizado por Holland y cols. Además, éstos últimos, una vez concluida la obturación, condensan verticalmente la masa de gutapercha con una espátula, cuyo resultado se traduce en una obturación más compacta, reduce huecos y dificulta el trasiego en dirección axial. El esfuerzo por conseguir un sellado más denso y el proporcionar un tiempo suficiente de fraguado del sellador, son dos factores que redundan en una obturación más ambiciosa y pueden haber motivado una menor permeabilidad bacteriana.

La inflamación de mayor intensidad observada en casi todos los casos del grupo OZE - expuesto al medio bucal, es explicada por los autores por la filtración marginal vía coronaria. A juicio de Wu y cols[1993], la importancia de las toxinas bacterianas como génesis de procesos inflamatorios no debe ser desatendida, y sugieren que huecos menores de 2 micras, que ofrecen una barrera para el tránsito de gérmenes, pueden permitir el paso de aquéllas. Estos antígenos tóxicos de origen bacteriano podrían pasar inadvertidos en análisis que no son específicos para detectar tales metabolitos, pero su poder es en general tan elevado que bastarían trazas para iniciar una respuesta inflamatoria. Las toxinas de naturaleza proteica (exotoxinas) son elaboradas en el citoplasma de gérmenes Gram + (*Clostridium*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus*, *Bacillus*), y Gram - (*Vibrio*, *Escherichia*, *Shigella*), tienen un P.M. generalmente elevado y su potencia venenosa es muy grande. Baste decir que 210 g de las más tóxicas pueden eliminar a toda la humanidad. Son, por contra, termolábiles y pueden convertirse en toxoides por el aldeído fórmico, presente en algunos selladores (AH 26 y compuestos a base de OZE). Las endotoxinas son lipopolisacáridos constituyentes de la membrana externa de la pared celular de bacterias Gram - (géneros *Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas*, *Klebsiella* y *Escherichia*) y se liberan sobre todo por lisis de la célula portadora. Su virulencia es menor que las exotoxinas pero son termoestables (resisten temperaturas de 60° C durante varias horas) y no se ven influidas por el metanal o formol[Pumarola y cols 1995].

Otros autores coinciden en afirmar que la carrera por llegar a los tejidos apicales de dientes endodonciados es ganada más rápidamente por las endotoxinas que por las propias bacterias[Alves y cols 1998]. Asimismo, Chow y cols[1995] recuperaron endotoxinas del germen *A. actinomy-cetemcomitans* de la zona apical del 31% de dientes endodonciados, al contaminar el extremo coronario durante veinte días. Estas razones proporcionan una explicación de por qué el periodonto de los dientes pertenecientes al grupo OZE - expuesto puede desarrollar una respuesta inflamatoria sin necesidad de invasión bacteriana.

Carratù y cols[2002] no han podido confirmar que las endotoxinas se desplacen por del conducto de dientes oburados, a diferencia de las bacterias, que sí lo hacen. Una de las cepas seleccionadas en su experimento era inmóvil (*Staphylococcus epidermidis*) y la otra se caracterizaba por su movilidad (*Proteus mirabilis*), lo que no era obstáculo para que la penetración de ambas a través de las muestras ocurriese en un tiempo similar. Los autores encontraron que la asociación de los gérmenes facilitaba una contaminación más rápida que por separado. La endotoxina utilizada era el lipopolisacárido de *Pseudomonas aeruginosa* y, como queda dicho, no fue posible detectarla al otro extremo de los dientes contagiados. Los investigadores buscan una explicación en el diferente comportamiento de los gérmenes y las endotoxinas: mientras que éstas poseen una actividad biológica clara, les falta la acción enzimática típica de las bacterias capaz de digerir polímeros, cementos, dentina, etc, lo cual, actuando como ariete, permite abrirse paso. Consideran que de no seguirse una estricta cadena aséptica, es posible una contaminación del conducto suficiente para que permanezcan rastros de toxinas y den falsos positivos, lo que deducen por la dificultad que entraña preparar muestras estériles. Incluso después de varios ciclos repetidos de esterilización, la mayoría de los especímenes presentaban niveles de endotoxinas detectables antes de ser inoculadas con el LPS de *Pseudomonas aeruginosa*.

Timpawat y cols[2001] ratifican la evidencia bien fundamentada de que la contaminación coronaria de dientes obturados tiene un efecto decisivo en el fallo del tratamiento. Su estudio in vitro muestra, una vez más, que los materiales empleados habitualmente en la terapia de conductos no son una barrera que impida la filtración. El propósito del ensayo era cotejar el rendimiento de tres selladores de conductos utilizando un marcador microbiano en el extremo coronario como agente contaminante. Los resultados mostraban diferencias entre AH Plus (resina epoxy), Ketac Endo (vidrio ionómero) y Apexit (hidróxido de calcio), con unos índices de filtración menores en AH Plus, seguido de Ketac Endo. Al final del experimento, que duró sesenta días, el porcentaje de dientes que no registraba filtración era de 68,7 % para AH Plus; 46,7 % Ketac Endo y 23,5 % Apexit. Si consideramos que la longitud de obturación de las muestras era de poco más de un centímetro, salta a la vista el buen comportamiento de la resina epoxy (sólo filtraba el 31,3 % a los dos meses), pero esta prueba es insuficiente para mantener el optimismo ya que una medida anterior (a los treinta días) arroja unos niveles de infiltración menores (25 %), lo que significa un aumento con el paso del tiempo. Lo mismo hay que decir para los otros dos selladores. Es muy probable, pues, que unos hipotéticos resultados a los tres meses redujesen aún más el número de dientes no permeables. El germen utilizado fue *Endodontalis faecalis*. Este colibacilo es móvil, aunque semejante característica no parece influir en su capacidad de incursión, como queda expuesto. Es necesario considerar otras alternativas que expliquen la filtración coronaria. Las enterobacterias, familia a la que pertenece *Endodontalis faecalis*, poseen gran variedad de propiedades bioquímicas y recursos metabólicos, con poder de fermentación de azúcares y alcoholes y descomposición de diferentes sustratos (ácidos orgánicos, sustancias nitrogenadas), lo que permite su clasificación y diferenciación

[Brenner y cols. 1977]. El género *Enterobacter* es saprofito del medio ambiente, capaz de medrar en ambientes con escasos medios y poco exigente en sus necesidades nutritivas. Aún concediendo que estas características metabólicas pudieran abrirle paso entre los materiales de obturación radicular, han de apoyarse obligatoriamente en otros pilares que conduzcan y catapulten al germen hasta el ápice. La digestión y consecuente descomposición de gutapercha y sellador como única vía de acceso es una hipótesis poco probable en tan poco tiempo. El estudio del método reconoce en la propia técnica de obturación la causa determinante de la filtración, lo que significa la imposibilidad de mantener el conducto impermeable, por lo menos experimentalmente. El texto indica que los dientes se clasificaron en dos grupos según el modo en que fueron manejados: Uno de ellos empleaba selladores de composición química distinta (resina, hidróxido de calcio y vídrio ionómero), y el otro grupo, el control, prescindía de ellos y era obturado sólo con gutapercha. La tenaz idea de que la propia técnica de obturación es vulnerable (en este caso condensación lateral), y por tanto responsable de la filtración, se impone al considerar los resultados en función del tiempo : Todas las raíces obturadas son incompetentes en actuar como barrera que frene la penetración bacteriana, y lo único que las diferencia es el período considerado. El grupo obturado con gutapercha filtra inmediatamente y aquél otro en que se añade un sellador (del tipo que sea) concede más margen pero no impide el fracaso. Este resultado sustenta la impresión de que con los actuales medios no es verosímil lograr un conducto impermeable.

Barthel y cols[1999] confirman los resultados previos al recuperar de la zona apical gérmenes que habían sido colocados coronalmente y mantenidos en la cavidad de acceso durante treinta y ocho días. La cuestión que trataban de aclarar era si existía in vitro una conexión entre los resultados que ofrecen las pruebas de filtración a colorantes, y los obtenidos mediante un test de penetración bacteriana. Los datos demostraron ausencia de correlación entre ambos, de tal modo que la fiabilidad del tinte para predecir la filtración bacteriana no superaba el 66% y la concordancia se limitaba exclusivamente a una docena casos de los treinta y siete que eran permeables a los gérmenes, mientras que dieciocho filtraron exclusivamente el colorante. El discreto porcentaje de muestras positivas para el tinte puede ser debido al tiempo reducido de exposición (48 horas), en claro contraste con los treinta y ocho días en que la cepa *Staphylococcus epidermidis* permaneció en contacto con el extremo oclusal de las muestras. Un periodo de 48 horas es el habitual en los estudios donde se manejan agentes colorantes en las preparaciones. Los autores sentencian que una exposición más prolongada podría resultar en un incremento de la penetración, un hecho que no se tiene a menudo en consideración. Este razonamiento queda confirmado en el trabajo de Zmener y cols[1997], quienes comprobaron que la filtración en dientes obturados con AH 26 y AH Plus aumentaba con la duración de la inmersión en el tinte : máxima penetración al finalizar el experimento (décimo día), un valor intermedio al cuarto día y mínima al inicio (segundo día). Otras investigaciones[Pollard y cols1990] no apoyan estos resultados; por el contrario,

sentencian que no existen diferencias en el grado de filtración detectado durante los siete primeros días .

Al margen de esta conclusión, que ilustra una vez más cómo diferentes métodos proporcionan resultados dispares, el ensayo científico autoriza a pensar que incluso con una técnica esmerada de preparación y obturación permanecen rendijas que son utilizadas por distintos marcadores para profundizar en su seno y llegar eventualmente al ápice. Al finalizar el estudio, los casos obturados únicamente con gutapercha filtraron en su totalidad y de los noventa restantes, en los que se empleó gutapercha y selladores de diversa composición: AH 26 (resina), Ketac Endo (vidrio ionómero) y Roth's 801 (OZE), tan solo trece no filtraron completamente. Aunque este grupo no fue investigado y por lo tanto no cabe la certeza, es más verosímil imaginar en ellos una penetración parcial que una ausencia absoluta de filtración. Es importante resaltar que los dientes obturados con sellador permanecieron 21 días almacenados para conseguir un completo fraguado antes de exponerlos a los contaminantes oclusales, lo que excluye razonablemente la idea de una filtración ligada a un menoscabo del cemento por causa de un endurecimiento parcial.

Miletic y cols[2002] comprueban que una endodoncia bien realizada no evita la filtración de bacterias y hongos (*Streptococo mutans*, *Prevotella melaninogénica*, *Lactobacilo acidófilo* y *Candida albicans*) si la entrada al conducto adolece de un sellado ineficiente. En su trabajo utilizaron ochenta dientes uniconductales, en los que eliminaron el barro dentinario con EDTA al 17% durante tres minutos antes de oburarlos mediante condensación lateral y dos tipos de selladores, AH 26 y el más novedoso AH Plus, ambos clasificados como resina epoxy. Antes de manipular las muestras esperaron tres semanas, un periodo suficiente si nos atenemos a las conclusiones del ensayo de Allan y cols[2001], en virtud del cual se asegura que un tiempo de fraguado menor conlleva un endurecimiento más aparente que real. Conocer el tiempo de endurecimiento de los selladores de conductos tiene su importancia. Muchos trabajos se realizan cuando se supone que el producto ha fraguado y el sellador ha alcanzado sus propiedades óptimas, una vez operadas las modificaciones químicas en su estructura, no siendo de esperar, por consiguiente, cambios en su composición con el paso del tiempo. Las investigaciones de Pollard y cols[1990] refuerzan la idea de un endurecimiento del sellador mucho más lento del que en un principio se pensaba. Sus resultados confirman que la filtración detectada en dientes endodonciados con gutapercha y sellador es similar en los primeros días tras la obturación, sin diferencias en los grupos que fueron incluidos inmediatamente en un colorante cuando los compararon con otros en los que se esperó un día y siete días, respectivamente. En el trabajo de Miletic y cols, las muestras se contaminaron con cien millones de bacterias y la misma cantidad de hongos durante noventa días. Al finalizar el estudio la permeabilidad de los dos selladores era prácticamente la misma, y el porcentaje de dientes que mostraba un tránsito global de penetrante desde corona hasta ápice fue algo superior al 50%, registrándose un ascenso continuo en el número de muestras positivas desde

las primeras filtraciones hasta su conclusión a los tres meses. En este ensayo comprobamos de nuevo que un manejo exquisito de la técnica (eliminación del barro dentinario y fraguado completo del sellador) no es óbice para el fracaso experimental.

De Moor y De Boever[2000] estudiaron diversos procedimientos de obturación de conductos con el sellador AH 26, con el fin de comprobar si alguno de ellos permitía obtener unos resultados sin filtración. En el experimento sólo se contrastó la capacidad de sellado apical, aunque los autores reconocen que clínicamente podía ser más interesante investigar la filtración coronaria. Su ensayo lo realizaron en 237 dientes unirradiculares obturados mediante condensación lateral, vertical, híbrida, thermafil (Maillefer) y transportadores plásticos de gutapercha (Soft Core System, Denmark) . La mitad superior se trabajó con la técnica corono-apical, y la inferior, manualmente mediante la preparación seriada o escalonada. El método empleado recibe el nombre de Técnica de Ohio [Mullaney 1979], y técnica mixta de preparación del canal radicular[Holland y cols 1991] y es similar al procedimiento conocido como *passive step-back technique*[Torabinejad 1994]. La secuencia es como sigue: Ensanche inicial de la mitad coronaria con fresas de Gates-Glidden nº 4, 3 y 2 accionadas a media velocidad, seguido del uso de limas K en el resto del conducto conforme el procedimiento de la preparación seriada. De cada técnica de obturación se hicieron tres subgrupos, en función del tiempo que eran almacenados (un día, siete días, cuatro meses) antes de exponerlos a un test de filtración con colorante durante noventa horas, para cerciorarse si la penetración de aquél aumentaba proporcionalmente al periodo transcurrido tras la obturación. El estudio de los resultados certificó que ningún método era inmune a la filtración y ésta se incrementaba con el tiempo. De todas las técnicas ensayadas, los mejores resultados los proporcionó la condensación híbrida, mientras que los mayores índices de filtración se encontraron en el grupo de dientes obturados con los transportadores flexibles de gutapercha. La impresión de los autores es que con las cuatro técnicas restantes (condensación lateral, vertical, híbrida y thermafil), puede conseguirse una obturación igualmente eficaz si el conducto es recto y puede ser trabajado en condiciones ideales.

Al analizar las causas que motivan la filtración hay que considerar , en primer lugar, si la técnica elegida de preparación / obturación del conducto no es la más idónea para conseguir el sellado. Hoy día conocemos que la preparación corono-apical y la técnica escalonada son dos métodos de trabajo diferentes que facilitan la obturación de un modo similar, porque la figura del conducto que obtenemos es la misma con ambos procedimientos. En el caso presente se utilizaron ambos. Como la idea que tenemos de un conducto bien preparado encaja con la proporcionada de tal modo, queda fuera de toda sospecha que la filtración se deba al relleno incompleto de un canal con un molde inadecuado. El hecho de que ninguna de las técnicas de obturación empleadas por los autores pudiera evitar la filtración apical cuando se usó el sellador AH26, induce a pensar que los métodos disponibles de relleno radicular, si bien son eficaces clínicamente, no previenen la filtración in vitro .

En este estudio, la capacidad de lograr y mantener el sellado apical por parte de la resina AH 26 fracasó cualquiera que fuese la técnica de obturación elegida. Sin embargo, a juicio de ciertos investigadores, las resinas epoxy sellan manifiestamente mejor que otros selladores de composición química diferente, concretamente al compararlas con cementos de ionómero de vidrio (Ketac Endo) , y óxido de Zn Eugenol (Fill Canal) [De Almeida y cols 2000]. Asimismo, Wennberg y Orstavik [1990] encontraron las mayores fuerzas de adhesión entre la dentina y la gutapercha en el sellador AH 26, al cotejarlo con Sealapex y CRCS (hidróxido de calcio), TubliSeal, ProcoSol (ambos del grupo óxido de cinc-eugenol), Diaket (pertenece a los cementos plásticos, aunque en su composición entra el óxido de cinc) y Cloroperka (óxido de cinc, gutapercha, cloroformo).

Las investigaciones de Saleh y cols [2002] confirman la buena calidad de AH Plus (una variedad el clásico AH 26) como adhesivo cuando es aplicada a las superficies de dentina y gutapercha, resistiendo un esfuerzo de separación de 1,19 MPa, por encima del rendimiento de Grossman's Sealer (OZE), Apexit (hidróxido de calcio), Ketac Endo (vidrio ionómero) y RoekoSeal Automix (catalogado como silicona) con y sin el concurso previo de un adhesivo dentinario autopolimerizable. De estos ensayos podemos suponer que otro sellador habría arrojado unos resultados parecidos a AH 26, si no peores, aunque este extremo no es posible confirmarlo por ser el epoxy el único producto empleado.

Un detalle importante es que la filtración aumentaba proporcionalmente al tiempo de almacenamiento de las muestras antes de ser colocadas en tinta India. Esto indica, para los autores, una pérdida de propiedades de los materiales de obturación con el paso del tiempo, porque se verificó en todos los casos cualesquiera que fuese la técnica elegida, y lo explican por la contracción que sufren la mayor parte de los selladores durante el fraguado y su disolución progresiva. Si consideramos la primera posibilidad, hay que admitir que algunos experimentos [Bandyopadhyay 1982] han mostrado que la mayor parte de los selladores pueden encogerse durante el tiempo que dura el endurecimiento. Benatti y cols [1978] dan por seguro que los profesionales se guían por " su buen criterio " cuando preparan los materiales para su uso clínico, en ausencia de una información que recoja estrictos índices de mezcla en los componentes. En su ensayo midieron la contracción de varios selladores (todos ellos del grupo OZE) quince días después de la mezcla y comprobaron que los cambios dimensionales eran posibles al variar las proporciones de los ingredientes, de tal modo que la retracción era directamente proporcional a la fluidez. No obstante, Gómez Antón y Gil Bercero [1997] subrayan que la reacción de entrecruzamiento de las resinas epoxy tiene lugar mediante un proceso que transcurre sin eliminación de ningún tipo de moléculas pequeñas, por lo cual, la contracción del material durante el endurecimiento es nula, e incluso señalan que algunas tienden a presentar contracción negativa. Los estudios de Horta Zubiaga y cols [2000] sobre los mecanismos implicados en el endurecimiento de los polímeros epoxy a temperatura ambiente, muestran

que la reacción del prepolímero Bisfenol A diglicidiléter (líquido del sellador AH 26) endurecido con aminas (polvo del sellador AH 26) sí que ocasiona, por el contrario, una contracción de volumen, aunque muy pequeña.

Concediendo que el epoxy sea vulnerable durante el tiempo de latencia que media hasta el completo fraguado, bien por retracción como apunta Bandyopadhyay[1982] o por cualquier otra causa, a la luz del trabajo de Allan y cols[2001] podemos comprender por qué el grupo guardado durante cuatro meses en recipientes que mantenían una humedad relativa del 80% a una temperatura de 37 °C, filtraba más que los anteriores. Este equipo demostró que el endurecimiento completo de los selladores en el interior del conducto se prolongaba bastante más de lo que hasta ahora se creía. Aunque resulta poco probable que AH 26 esté aún sin fraguar en esa fecha (cuarto mes), es plausible que ocurriese en el tiempo que medió entre las dos determinaciones, esto es, entre una semana y cuatro meses, lo que conduce a un grado de filtración mayor en el último grupo. Esta suposición cobra valor con los resultados del trabajo de De Moor y Hommez[2002], realizado de manera idéntica al que estamos analizando, pero ampliando a 6 y 12 meses el estudio de las muestras. Sus hallazgos confirmaron que la filtración aumentaba hasta el cuarto mes, pero permanecía constante entre el sexto y duodécimo.

La disolución progresiva del sellador es la otra razón presentada por los autores para explicar la permeabilidad. La resina epoxy AH 26 es un polímero termoestable que se vende, como es habitual en este tipo de materiales, en forma de presentación que incluye dos componentes capaces de transformarse químicamente en una nueva estructura de gran resistencia térmica, una extraordinaria estabilidad dimensional y muy poca sensibilidad a los disolventes, propiedades éstas que no tienen los compuestos de partida por separado y que se alcanzan con la reacción de “curado “[Mark 1999]. La descomposición de las resinas epoxy es posible si no se forma adecuadamente la malla tridimensional característica de los polímeros termoestables; por ejemplo, si los ingredientes no se encuentran en las proporciones adecuadas, el producto resultante será una resina termoplástica. Esta circunstancia (ausencia de nudos entre las cadenas del polímero) puede darse, igualmente, antes de alcanzar el completo fraguado, aun estando bien dosificado[Richarson y Lokensgard 2000, Shelley 1999]. En ambos casos, la resina epoxy carece de las propiedades antes citadas y, por lo tanto, es susceptible de deterioro.

En el trabajo presentado por De Moor y De Boever se señala que el sellador AH 26 fue preparado siguiendo las instrucciones del fabricante, lo que no impide que la dosis del prepolímero y el endurecedor no fuesen las más idóneas, porque las indicaciones relativas al modo de empleo no recogen estrictas normas de dosificación, según Fuss y cols[2000]. Estos autores consiguieron cuatro consistencias diferentes, todas ellas compatibles con las recomendaciones del folleto que acompaña al envase. Si hubo un deterioro del material que facilitara la penetración progresiva del tinte durante el experimento, esta puede ser la causa.

El trabajo de Kazemi y cols[1993] aporta pruebas de cambios dimensionales en varios selladores tras la mezcla, entre ellos AH 26, con una pérdida de volumen, aunque muy escasa, lo que atribuyen a la falta de reacción entre los componentes, generándose formaldehído y amoniaco.

La consistencia, propiedad que lleva aparejada la noción de estabilidad y firmeza, es un modo de evaluar cualidades físico-químicas importantes de un cemento endodónico[Wiener y Schilder 1971] y, sin embargo, Halimi y cols [1990] reconocen que el concepto de “ consistencia óptima ” tiene un valor muy subjetivo cuando el producto no viene predosificado en cápsulas, mostrando gran disparidad entre quienes lo manejan. En su trabajo participaron diez operadores, de tal suerte que la viscosidad conseguida en algunos de los casos podía ser el doble que en otros.

El resultado del trabajo de De Moor & De Boever concuerda con el de Kontakiotis y cols[1997], quienes estudiaron durante dos años la permeabilidad en dientes obturados con gutapercha y diversos selladores (entre ellos AH 26), comprobando que la filtración registrada era mayor al finalizar el experimento que la medida inicialmente. Es necesario indicar que el almacenamiento de las muestras fue en agua, lo cual difiere de las condiciones clínicas habituales, en las que el diente está bañado por fluidos orgánicos más heterogéneos. Ahora bien, de confirmarse su conclusión, ningún tratamiento de endodoncia mantendría el sellado permanentemente, incluso sin mediar otras causas que favoreciesen la filtración. Esta consecuencia in vivo podría derivar en un fallo potencial, al originarse una situación definida como “percolación “, esto es, el movimiento de fluidos dentro de un espacio reducido por un mecanismo de capilaridad, entre el periápice y el espacio pulpar[Delivanis y Chapman 1982]. La experiencia parece avalar, sin embargo, que los tratamientos correctamente realizados albergan razonables perspectivas de éxito a largo plazo.

Además de las modificaciones estructurales moleculares de los selladores tras la mezcla referidas por Kazemi y cols[1993], opinión ésta que no es compartida por Gómez y Gil[1997] salvo dosificación incorrecta, otros autores [Barthel y cols 1994] señalan un peculiar cambio de color en AH 26 con paso del tiempo. En su artículo leemos: “Ya que el sellador AH 26 tiende a oscurecer después del fraguado, es difícil distinguir pequeñas cantidades de tinta azul o negra de lo que es la mancha del sellador al emplear la técnica de diafanización”. El estudio de las muestras llevado a cabo por De Moor y De Boever fue mediante sección longitudinal, en este punto difiere del comentario apuntado anteriormente, pero la indiscutible modificación organoléptica del sellador AH 26 debe ser tenida en cuenta, lo cual entorpece la lectura e interpretación de los datos. En este experimento, como en tantos otros, se utiliza un colorante para verificar el grado de filtración en las muestras. La facilidad de contraste de los tintes y colorantes los convierte en un método de comprobación de la calidad de obturación sencillo y popular. La cuestión fundamental es saber si se puede equiparar universalmente la penetración del

colorante (tinta India en esta ocasión) con las deficiencias en la obturación, es decir, si la magnitud de la filtración constituye un reflejo veraz de la existencia de huecos en el conducto radicular. Según algunos autores [Magura y cols. 1991] existe la posibilidad de que los resultados arrojen falsos positivos con el uso de estos productos merced a sus propiedades intrínsecas de penetración. Seymour y Carraher Jr[1998], en su tratado de Química , identifican a los tintes con los colorantes orgánicos y afirman que son solubles en plásticos, dando color al material al formarse uniones químicas entre las moléculas de ambas sustancias. Afirman que esta propiedad (solubilidad en plásticos) faculta a los tintes el poder desplazarse y emigrar. De lo anterior se sigue que el grado de filtración registrada en el trabajo de De Moor y De Boever no presupone inevitablemente deterioro del sellador AH 26, como afirman los autores, sino que más bien reposa (al menos en parte) en el argumento de que el tinte avanza en los polímeros AH 26 y gutapercha, catalogados ambos como plásticos.

Wu y cols[2000] estudiaron la distribución de sellador AH 26 en conductos obturados mediante tres técnicas: condensación lateral, vertical y cono único. El sellador, mezclado según las instrucciones del folleto que acompaña al envase, lo tiñeron con polvo de carbón negro sin alterar su consistencia y fue introducido en el canal con ayuda de un léntulo montado en una pieza de mano. Tras siete días de espera, seccionaron horizontalmente los tercios apical y medio de las raíces y midieron el porcentaje de sellador que recubría el perímetro del conducto, empleando un sistema de análisis de imagen digital. Los resultados mostraron que a 3 mm del ápice, la cantidad de sellador era similar en las obturaciones realizadas con gutapercha y sellador, es decir, condensación lateral y vertical (31 % y 33 % respectivamente). A 6 mm, hallaron más sellador en los dientes obturados con la técnica de condensación lateral (50 %) que vertical (30 %). En ambos niveles, el mayor porcentaje de sellador existente lo encontraron en las muestras en las que se empleó el cono único (95 % a 3 mm del ápice y 100 % a los 6 mm). El estudio de las muestras reveló que la cobertura dentinaria de sellador era inversamente proporcional a la eficacia de condensación de la gutapercha. Según su conclusión, el sellador puede ser desalojado de las paredes del conducto por los procedimientos de condensación.

Los autores consideran que hay razones suficientes para pensar que los resultados no se vieron condicionados por el método elegido para colocar el sellador, porque fue el mismo en los tres grupos y uno de ellos (cono único) mostró un recubrimiento de las paredes prácticamente total. No obstante, aunque esta técnica proporciona un sellado adecuado inmediato tras la obturación, creen probable un cambio de estas condiciones con el tiempo. El trabajo de Malone y Donnelly[1997] corrobora los buenos resultados de la técnica del cono único durante al menos sesenta días que duró su experimento. Utilizaron dos tipos distintos de selladores (Super Eba y Kectac Endo) y los dos grupos se mostraron impermeables a la penetración bacteriana. Dabas y Dabas[2001] comprobaron que las endodoncias obturadas únicamente con sellador, eran más herméticas por los dos extremos

a la filtración de un colorante que aquéllas otras realizadas convencionalmente con gutapercha y sellador mediante condensación lateral. La similitud de la técnica del cono único y la que emplea sólo sellador es muy grande, debido a que el protagonismo corre a cargo del cemento en ambos casos. Wu y cols[2003] estudiaron el movimiento de fluido a través de los dos tercios coronarios de dientes obturados mediante condensación lateral, vertical y cono único, empleando RoekoSeal Automix como sellador. Este cemento es del tipo de las siliconas. Sus resultados destacan la superioridad de la técnica de cono único frente a la compactación vertical, siendo análogo el rendimiento de la condensación lateral y el cono único. Reviste especial interés destacar que tres métodos de análisis diferentes (filtración bacteriana, penetración de colorante y movimiento de fluido) resaltan el buen comportamiento de técnicas que retienen el sellador sin ser evacuados en el proceso de obturación.

La noción que tenemos de un tratamiento convenientemente realizado lleva asociada invariablemente la idea de un conducto densamente obturado. Schilder[1974] definió los objetivos principales del tratamiento de conductos de esta forma: “ El sistema de conductos radiculares ha de ser limpiado y conformado. Limpiado de residuos orgánicos y conformado adecuadamente para que pueda albergar un relleno hermético tridimensional en la totalidad del espacio pulpar “. Ingle y Taintor[1987] afirman que la obturación incompleta del conducto supone más de la mitad de los fracasos del tratamiento. Pero, ¿qué motiva la filtración de dientes que han sido obturados siguiendo estrictos criterios de calidad? Aunque no podemos dudar que la contaminación coronaria ejerce una influencia negativa en el sellado al degradar los materiales contenidos en el conducto[Sritharan 2002 , White 1998] y con ello crear las condiciones que permiten la filtración, es lícito preguntarse si la obturación con gutapercha y sellador ocupa siempre todo el espacio disponible o por el contrario es imposible rellenarlo en su totalidad. En el ensayo de Wu y cols[2000] el porcentaje de sellador retenido en las paredes del conducto tras la condensación lateral era del 42 %, ligeramente inferior al registrado por Hall y cols[1996] , quienes refieren unos índices del 56 al 63 % utilizando la misma técnica de obturación e idéntico sellador. Wu y cols[1997] hallaron que las fuerzas empleadas en la condensación lateral deforma la gutapercha hasta acercarla a las paredes del conducto una distancia aproximada de 25 micras, mientras que AH 26 no puede ser comprimido más de 39 micras de espesor en situaciones clínicas, lo que ocasiona un desalojo del sellador en espacios tan estrechos. Recomiendan, pues, una consistencia fluida del sellador en las técnicas de condensación de la gutapercha. El mismo criterio lo encontramos en el trabajo de Barthel y cols[1994].

Un asunto sin resolver y en el que existe desacuerdo es cuál debe ser la viscosidad óptima del sellador conseguida tras la mezcla. Al variar las proporciones polvo / líquido obtendremos un producto más o menos denso con ventajas e inconvenientes. Las consecuencias de plastificar el polímero AH 26 (mayor proporción de epoxy en la mezcla) aumentará su fluidez, impregnará más fácilmente las paredes y hará de lubricante facilitando la inserción de la gutapercha, pero será más susceptible de deterioro al no formarse todos los

nudos o conexiones posibles entre las cadenas de la resina epoxy, y que son proporcionadas por la presencia de HMTA en la molécula. Ésto podría acarrear el inconveniente de un exceso de monómero sin reaccionar (epoxy) haciéndolo más tóxico. Por el contrario, si aumentamos la proporción de HMTA (hexametilenetetramina, polvo de AH 26), el resultado será un polímero más denso, porque tiene más materia, más estable físicamente por constituir una red molecular más tupida, pero también más espeso y más difícil de introducir en el canal. No hay que olvidar que al aumentar la viscosidad, propiedad típica de los líquidos que representa la resistencia al deslizamiento, se pueden producir fatalmente zonas vacías donde no llegue al depositarse el sellador.

Recapitulando, mientras el éxito clínico acompaña frecuentemente a una técnica depurada y las observaciones apoyan con firmeza la necesidad de seguir a unas pautas bien determinadas, por el contrario vemos que la obturación tridimensional supone un desafío a los procedimientos actuales, incluso manejados con mano diligente. Una obturación muy hermética podría, paradójicamente, desnudar de sellador las paredes del conducto, disminuyendo el aglutinante necesario para la adhesión. Pero, ¿no es el sellador el material que realmente sella en la obturación? ¿Hasta qué punto es conveniente introducir más gutapercha si con ello desalojamos un elemento primordial en el proceso? ¿Estamos facilitando indirectamente la filtración al obturar de manera más compacta los conductos?

3 OBJETIVOS

La filtración que se observa en los conductos radiculares endodonciados y obturados cuando éstos son expuestos coronariamente a diversos agentes contaminantes está ampliamente documentada, como ha quedado señalado en el capítulo anterior, y la opinión de que la contaminación coronaria deteriora la calidad de la obturación radicular se ha visto corroborada en múltiples trabajos, o, por lo menos, así se interpretan los datos extraídos de los diferentes experimentos realizados en esa dirección. Procede pensar en lo anterior cuando la obturación del conducto es hermética, homogénea, sin resquicios ni huecos desde corona hasta ápice. En este caso, la filtración sólo es posible si desaparece total o parcialmente las propiedades sellantes de los materiales de relleno radicular, merced a la acción nociva de contaminantes físicos (oxígeno, luz, humedad, calor) y biológicos (microorganismos). Otra situación que explique la filtración es la que se da en conductos obturados que en alguna parte de su longitud presentan un estado incompatible con el ideal anteriormente señalado (la obturación tridimensional), lo que motivaría la presencia de vacíos inherentes a la dificultad del procedimiento. El razonamiento anterior obliga a considerar si las causas que propician la filtración en los conductos endodonciados y obturados sólo contemplan la pérdida de sellado por contaminación de los materiales al uso, o bien técnicamente no es factible lograr el propósito que anima todo tratamiento de endodoncia: la obturación que consiga sellado total de la preparación desde corona hasta ápice.

3.1 Objetivo general

Analizar la capacidad de sellado de los conductos radiculares obturados, tras su preparación, con gutapercha y sellador AH 26, mediante la técnica de condensación lateral de gutapercha, en función de la viscosidad del sellador y la eliminación o no del barro dentinario radicular.

3.2 Objetivos específicos:

3.2.1 Describir la localización de la desadaptación.

3.2.2 Determinar la influencia de la viscosidad del cemento AH 26 sobre la capacidad de sellado de la obturación de los conductos.

3.2.3 Comparar la desadaptación marginal de obturaciones hechas tras la eliminación del barro dentinario frente a las que se realizaron con su presencia.

4 MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Resumen

Se realizó la endodoncia en dientes extraídos, almacenados en hipoclorito sódico tras la exodoncia, obturándolos mediante condensación lateral de la gutapercha y cemento AH 26. Las muestras se diafanizaron y estudiaron con microscopio óptico.

4.2 Muestra

4.2.1 Tamaño: cuarenta y dos dientes

4.2.2 Criterios de inclusión:

Dientes humanos permanentes

Uniconductales

Ápice maduro

Libres de caries

Conducto permeable en toda la longitud

4.2.3 Criterios de exclusión:

Dientes con hipercementosis apical

Resorciones internas

Conductos calcificados

4.3 Procedimiento, materiales e instrumental

4.3.1 Apertura

Apertura coronaria amplia , con fresa de diamante del número 10 (Horico) de diez mm de longitud activa, accionada a superalta velocidad y refrigeración acuosa con turbina KaVo, creando acceso directo al ápice mediante la remoción dentinaria en la cara lingual y cervical del conducto radicular, y eliminación del esmalte en la zona incisal cuando los ejemplares pertenecían a ese grupo dentario, de manera que empleando una lima K (Maillefer) del número 10, el contacto de ésta con las paredes dentinarias del conducto coincidía con el tercio apical del diente y su punta atravesaba el foramen.

4.3.2 Conductometría

Se determinó visualmente con una lima K (Maillefer) del número 10, sustrayendo 1 mm a la distancia que sobrepasaba el ápice.

4.3.3 Preparación mecánica

Combinó el uso de instrumentos manuales (limas) y rotatorios (fresas). La técnica empleada recibe el nombre de técnica de Ohio [Mullaney 1979] y es similar al procedimiento conocido como *Passive Step-Back Technique* [Torabinejad 1994]. La secuencia es como sigue: Uso de limas K-Flexo-Files (foto 1) de veinticinco milímetros de longitud y acero inoxidable en el tercio apical del conducto, hasta alcanzar finalmente un número 40 en toda la longitud de trabajo, complementado con fresas Gates-Glidden (foto 1) de treinta y dos milímetros de longitud, de los números 4, 3 y 2 accionadas en un contraángulo Kerr a trescientas rpm, en los tercios coronario y medio. Al acabar la instrumentación, a 1 mm del ápice, la matriz apical alojaba una punta de gutapercha compatible con alguno de estos números: 40, 45, 50.

Tras el empleo de cada lima se irrigó el canal con 5 cc de ácido cítrico al 40 % para eliminar el barro dentinario en la mitad de los dientes experimentales, y se mantenía permeable el ápice con una lima K nº 10. Al terminar la preparación, los cristales de citrato cálcico que pudiesen haberse formado en la superficie dentinaria fueron retirados con un enjuague de 20 cc de agua destilada antes de proceder al secado del conducto. En el grupo de dientes con barro dentinario, la irrigación se llevó a cabo con ClONa al 4 % exclusivamente.

Los conductos se secaron con chorro de aire, comprobando con puntas de papel absorbente del número 40 la falta de humedad.

4.3.4 Obturación. Grupos de estudio.

Los dientes se separaron aleatoriamente en tres grupos:

Grupos 1 y 2. Veinte dientes / grupo. Obturación con gutapercha y sellador AH 26 (foto 1) mediante condensación lateral. Forman los grupos experimentales.

Grupo 3 . Dos dientes. Obturación únicamente con sellador. No se eliminó el barro dentinario.

Grupo 1: Lo forman dos subgrupos, según la obturación del conducto:

Subgrupo 1A. Diez dientes. La obturación se realizó con conos de gutapercha y el sellador de conductos AH 26 sin plata en dientes en los que no se retiró el barro dentinario.

El sellador de conductos AH 26 se dosificó en una balanza Sartorius Basic BA 310 P (figura 1). La proporción de los componentes de la mezcla fue de 0,4 g polvo / 0,3 g líquido (foto 3), lo que corresponde a dos partes de polvo por una de líquido. Se mezcló en una loseta de cristal y se espatuló hasta que el aspecto resultó uniforme a la vista. Tras calentarlo ligeramente para disminuir la viscosidad se introdujo en el conducto con una lima K nº 10, rotándola en sentido antihorario, hasta que el sellador reflujo por el extremo coronario. Tras completar la obturación de 3 dientes la cantidad sobrante de AH 26 se desechó.

El cono principal de gutapercha fue de un número tal que encajaba en la preparación apical a la distancia correcta y resistía un leve tirón. Cada unidad se impregnaba de sellador antes de su colocación. Tras la inserción de una punta de gutapercha se introdujo un espaciador digital de acero inoxidable del número 20, punta afilada y de veinticinco mm de longitud, para compactar lateralmente y crear espacio a puntas accesorias del número 15, de extremo puntiagudo. Si al introducir el espaciador éste no llegaba al tercio apical del diente, se colocaba el último cono de gutapercha y se cortaban aplicando un excavador Exe-3 calentado al rojo a la altura cervical del conducto. Posteriormente se condensó verticalmente con un atacador plano liso Martin nº 182 y se hizo penetrar de nuevo el espaciador lateral, que mientras tanto reposaba en un esterilizador de bolitas Zenit, incrementando de este modo la cantidad de gutapercha resultante en el conducto, hasta que la inserción del espaciador no pasaba del tercio medio de la raíz.

Subgrupo 1B. Diez dientes. Obturados igual que el anterior salvo que la proporción de los ingredientes del sellador AH 26 era de 0,6 g de polvo / 0,3 g líquido (foto 4). Esta mezcla equivale a una proporción 3:1.

Grupo 2. Lo forman dos subgrupos de diez dientes cada uno, obturados de manera idéntica a los del grupo 1 excepto que en todos ellos se eliminó el barro dentinario.

Grupo 3. Obturación únicamente con sellador (foto 5). Lo forman 2 subgrupos.

Subgrupo 3 a. Un diente. Sellador preparado como en el subgrupo 1a. Se introdujo mediante una lima K nº 10 rotándola con movimiento antihorario hasta ver refluir el sellador por el acceso coronario.

Subgrupo 3 b. Un diente. Igual que el anterior salvo que la consistencia del sellador era como en el subgrupo 1 b

Una vez completada la obturación, la cavidad de acceso se ocluyó con amalgama de plata Amalcap Plus y cada diente fue colocado, envuelto en gasa humedecida, en un recipiente hermético de plástico para análisis clínicos, en donde reposó treinta días para permitir un fraguado total del sellador.

4.4 Observación

Los dientes endodonciados, siguiendo la técnica descrita, fueron diafanizados para poder determinar el estado de su obturación. El procedimiento efectuado fue el que sigue:

4.4.1 Desmineralización

Se sometieron a un proceso de descalcificación con ácido nítrico al 5 % en solución acuosa durante cuarenta y ocho horas, utilizando para ello un recipiente colocado sobre un agitador magnético (IKA Werke GMBH & CO.KG) (foto 2) que favorece el baño continuo de los dientes con toda la solución, siendo ésta renovada cada veinticuatro horas.

4.4.2 Deshidratación

Posteriormente se aclararon con agua corriente durante cuatro horas y se deshidrataron con alcohol etílico a unas concentraciones crecientes del 80, 90 y 100 % durante doce, dos y tres horas respectivamente.

4.4.3 Diafanización

Para su diafanización y conservación se utilizó metil salicilato.

4.4.4 Análisis microscópico

Las muestras, en posición proximal, se examinaron con el Microscopio Nikon SMZ-U (Japan) a 7 aumentos, portador de cámara de fotos acoplada (Nikon Fx-350-x Japan), y la longitud de la raíz fue medida con una regla milimetrada desde el ápice hasta la unión amelodentinaria, valorando la presencia / ausencia de sellador en los tercios apical, medio y coronario de cada diente de acuerdo con este criterio:

A. Sellado correcto, cuando el sellador cubría completamente la guta-percha (foto 6).

B. Sellado incorrecto. Dos supuestos:

1. Existía sellador pero no lo suficiente para tapizar totalmente el estuche dentinario, de manera que a través de las lagunas se observaba gutapercha (foto 7).

2. Ausencia total de sellador (foto 8).

4.5 Análisis estadístico

Estudio descriptivo del número y porcentaje de especímenes que filtran en cada grupo y en cada una de las zonas estudiadas.

Análisis de la varianza y comparación dos a dos de los grupos mediante el test de Tukey en cada una de las zonas estudiadas

5 RESULTADOS

Se estudiaron cuarenta y dos dientes: cuarenta obturados con gutapercha y sellador, que integraban los grupos experimentales, y dos sólo con resina epoxy. Dos de las muestras (con y sin barro dentinario, sellador espeso) no pudieron ser analizadas por problemas técnicos.

Los dientes obturados únicamente con sellador AH26 muestran un conducto ocupado en su totalidad por la resina, sin diferencias que permitan discriminar

la densidad del producto al considerar la apariencia. El sellador, en sus dos viscosidades, presenta una textura granular y un cromatismo heterogéneo, alternando zonas claras y oscuras. En ningún caso se observó su penetración en conductos laterales.

En los grupos experimentales, la presencia o ausencia de barro dentinario no contribuye a resaltar los hallazgos y es la viscosidad del sellador AH26 quien determina el aspecto de las muestras, de tal manera que la semejanza y parecido de los dientes obturados con sellador más espeso es notorio, y lo mismo cabe decir de aquéllos cuya densidad de la resina era más fluida, con independencia de ser o no portadores de barro dentinario. Esto faculta hacer la descripción de las muestras considerando únicamente la densidad del sellador.

El análisis de las raíces pertenecientes a los grupos obturados con una consistencia del sellador más espesa (0,6 g polvo por 0,3 g de resina) revela en general un contenido pobre en cemento, que en algunos de los ejemplares cobra la categoría de anécdota por lo escaso, exponiendo una gutapercha desnuda en forma de largos cordones que pueden seguirse a lo largo de toda la preparación, distinguiéndose de sus semejantes; cuando no una desbordante variedad de fragmentos entre los que se adivinan, a veces, figuras diversas, con núcleos de sellador dispersos salpicando su trayecto, a modo de unidades discretas autónomas. El sellador relleno parcialmente cuatro canales laterales en tres dientes en los que se había eliminado el barro dentinario. De ellos, tres conductillos estaban situados en el tercio apical y uno en el tercio medio.

El estudio de los dientes asignados a los restantes grupos experimentales (sellador mezclado según la proporción 0,4 g de polvo por 0,3 g de resina) muestra una cobertura mucho más amplia de cemento. La distribución, con ser más homogénea y abundante y mostrar un reparto más uniforme no presenta una estructura de conjunto que pueda subordinarse a un todo y, por lo tanto, no impide diferenciar la gutapercha en forma de lagunas que emergen rompiendo la uniformidad del sellador, en cualquiera de los segmentos analizados. En cuatro ejemplares, tres de ellos sin barro dentinario, la resina ocupó otros tantos canales laterales, localizados todos en el tercio apical.

Los datos obtenidos de la observación de los distintos elementos muestrales de cada grupo de estudio se detallan en las tablas que figuran a continuación:

Tabla 1. FILTRACIÓN EN EL TERCIO APICAL

<u>Grupos</u>	no cemento	sellado insuficiente	sellado correcto	total
Sin B. D *. Espeso	2	7	—	9
% de grupos	22.2%	77.8%		100 %
% del total	5.3%	18.4%		23.7%

Con B.D. Espeso	–	9	–	9
% de grupos		100%		100%
% del total		23.7%		23.7%
Sin B.D. Fluido	–	9	1	10
% de grupos		90%	10%	100%
% del total		23.7%	2.6%	26.3%
Con B.D. Fluido	–	10	–	10
% de grupos		100%		100%
% del total		23.6%		23.6%
Total Recuento	2	35	1	38
% del total	5.3%	92.1%	2.6%	100%

* B.D. Barro dentinario

Tabla 2. FILTRACIÓN EN EL TERCIO MEDIO

<u>Grupos</u>	no cemento	sellado insuficiente	sellado correcto	total
Sin B. D. Espeso	–	9	–	9
% de grupos		100%		100%
% del total		23.7%		23.7%

Con B.D. Espeso	1	8	—	9
% de grupos	11.1%	88.9%		100%
% del total	2.6%	21.1%		23.7%
Sin B.D. Fluido	—	9	1	10
% de grupos		90%	10%	100%
% del total		23.7%	2.6%	26.3%
Con B.D. Fluido	1	3	6	10
% de grupos	10%	30%	60%	100%
% del total	2.6%	7.9%	15.8%	26.3%
Total Recuento	2	29	7	38
% del total	5.3%	76.3%	18.4%	100%

Tabla 3. FILTRACIÓN EN EL TERCIO CORONARIO

<u>Grupos</u>	no cemento	sellado insuficiente	sellado correcto	total
Sin B. D. Espeso	3	6	—	9
% de grupos	33.3%	66.7%		100%
% del total	7.9%	15.8%		23.7%

Con B.D. Espeso	3	6	–	9
% de grupos	33.3%	66.7%		100%
% del total	7.9%	15.8%		23.7%
<hr/>				
Sin B.D. Fluido	–	9	1	10
% de grupos		90%	10%	100%
% del total		23.7%	2.6%	26.3%
<hr/>				
Con B.D. Fluido	–	5	5	10
% de grupos		50%	50%	100%
% del total		13.2%	13.2%	26.3%
<hr/>				
Total Recuento	6	26	6	38
% del total	15.8%	68.4%	15.8%	100%
<hr/>				

Tabla 4.COMPARACIONES MÚLTIPLES

La diferencia entre las medias es significativa al nivel 0,05

Sellado en el Tercio Apical

Con B.D. Sin B.D. Con B.D. Sin B.D.

	Espeso	Fluido	Fluido	Espeso
Sin B.D. Espeso	0.313	0.061	0.291	-----
Con B.D. Espeso	-----	0.849	1.000	0.313
Sin B.D. Fluido	0.849	-----	0.839	0.061
Con B.D. Fluido	1.000	0.839	-----	0.291

Sellado en el Tercio Medio

	Con B.D. Espeso	Sin B.D. Fluido	Con B.D. Fluido	Sin B.D. Espeso
Sin B.D. Espeso	0.946	0.957	0.073	-----

Con B.D. Espeso	-----	0.711	0.020	0.946
Sin B.D. Fluido	0.711	-----	0.180	0.957
Con B.D. Fluido	0.020	0.180	-----	0.073

Sellado en el Tercio Coronario

	Con B.D. Espeso	Sin B.D. Fluido	Con B.D. Fluido	Sin B.D. Espeso
Sin B.D. Espeso	1.000	0.200	0.002	-----

Con B.D. Espeso	-----	0.200	0.002	1.000
Sin B.D. Fluido	0.200	-----	0.240	0.200
Con B.D. Fluido	0.002	0.240	-----	0.002

Seguidamente se muestran algunas imágenes de las observaciones realizadas

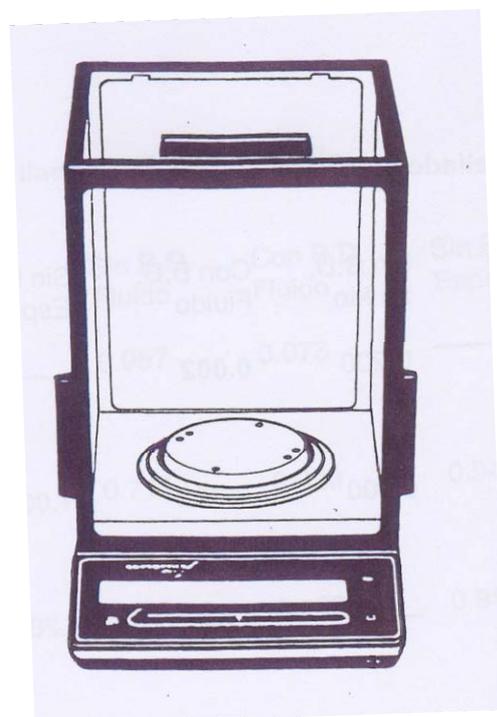


Figura 1
Representación gráfica de la balanza electrónica analítica Sartorius Basic BA 310 P



Foto 1
Materiales utilizados para dar forma y obturar los conductos: Fresas de Gates, limas, gutapercha y sellador AH26



Foto 2
Contraángulo reductor 18:1



Foto 3
Agitador magnético IKA Werke GMBH & CO.KG

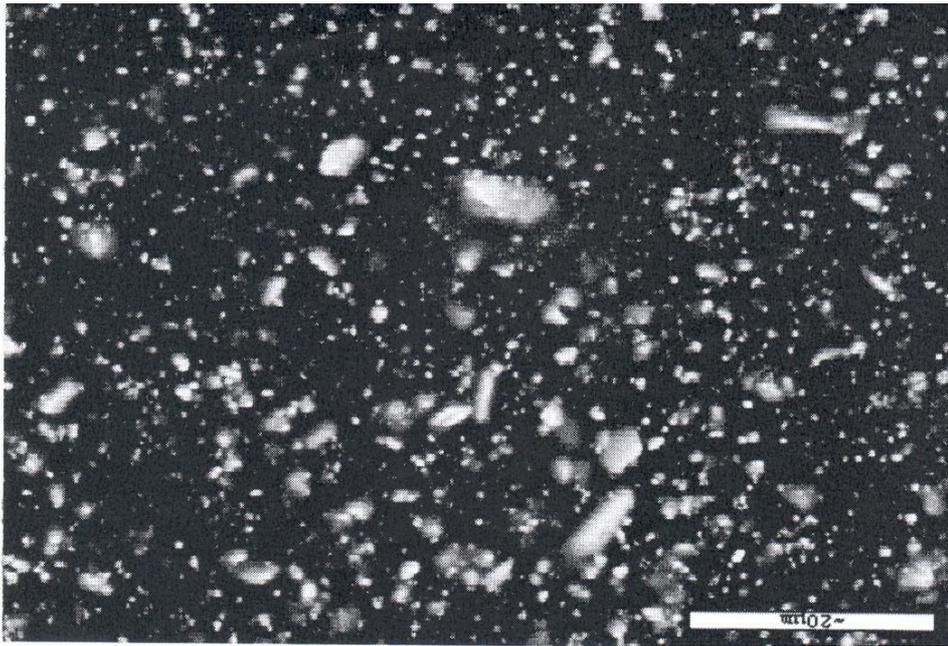


Foto 4

Imagen realizada con el Microscopio Electrónico de Barrido del sellador AH26 mezclado según la proporción 0,4 g de polvo / 0,3 g de resina. Las manchas blancas corresponden a la hexametenetetramina anclada en la resina epoxy (fondo oscuro)

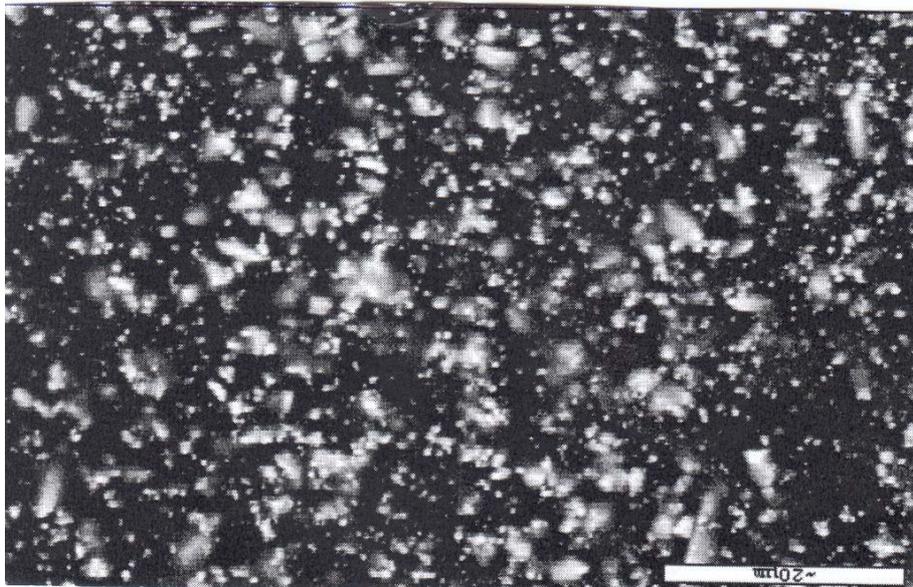


Foto 5

Imagen realizada con el Microscopio Electrónico de Barrido del sellador AH26 mezclado según la proporción 0,6 g de polvo / 0,3 g de líquido.



Foto 6
Diente del grupo control: Obturación únicamente con sellador AH26



Foto 7
Sellado correcto en la mitad de la preparación: La resina AH26 cubre totalmente la gutapercha en el segmento considerado



Foto 8

Sellado insuficiente: Se advierte la gutapercha entre las lagunas del sellador



Foto 9

Ausencia de sellador en el extremo coronario



Foto 10
Diente incluido en el grupo: Sin barro dentinario, sellador fluido

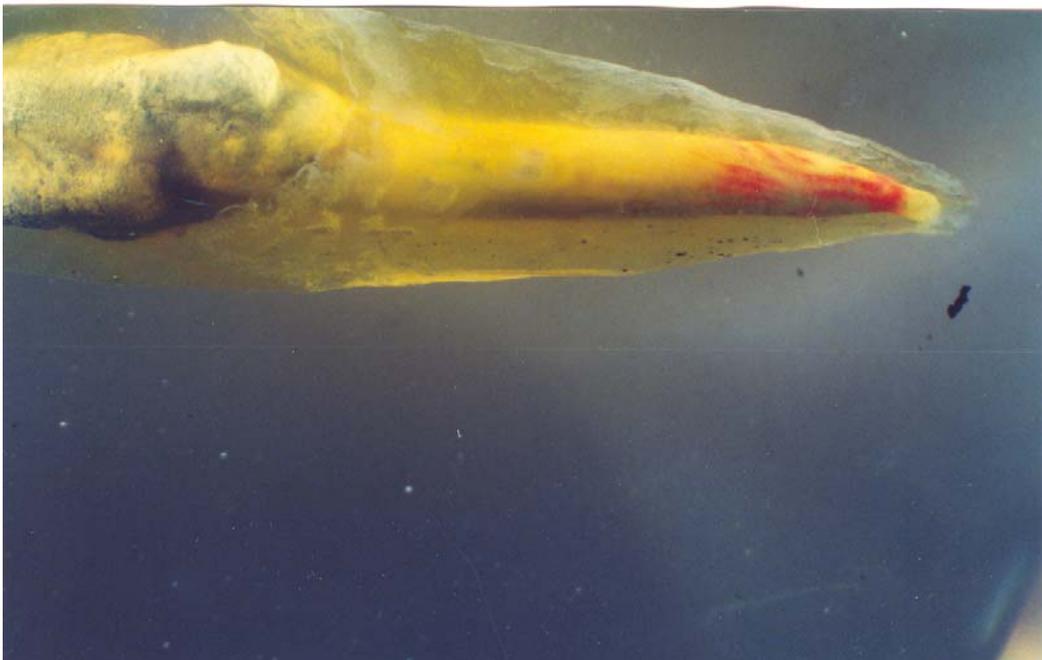


Foto 11 (ÍDEM)



Foto 12 (ÍDEM)

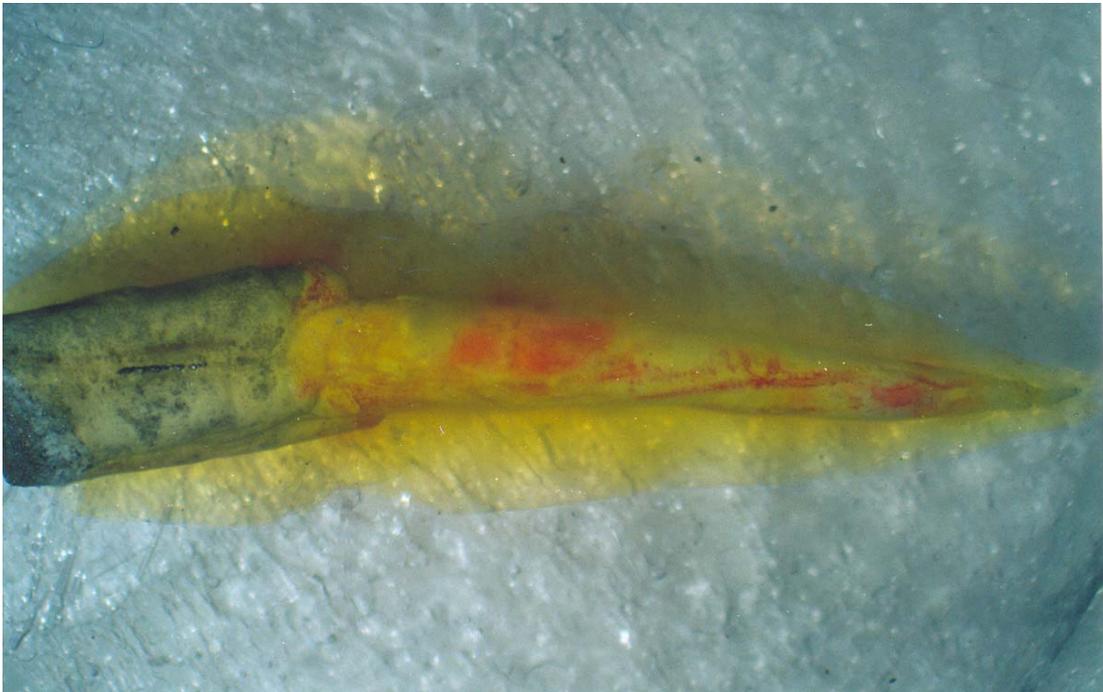


Foto 13 (ÍDEM)



Foto 14 (ÍDEM)



Foto 15
Diente de la serie: Con barro dentinario, sellador fluido



Foto 16 (ÍDEM)



Foto 17 (ÍDEM)



Foto 18 (ÍDEM)



Foto 19 (ÍDEM)

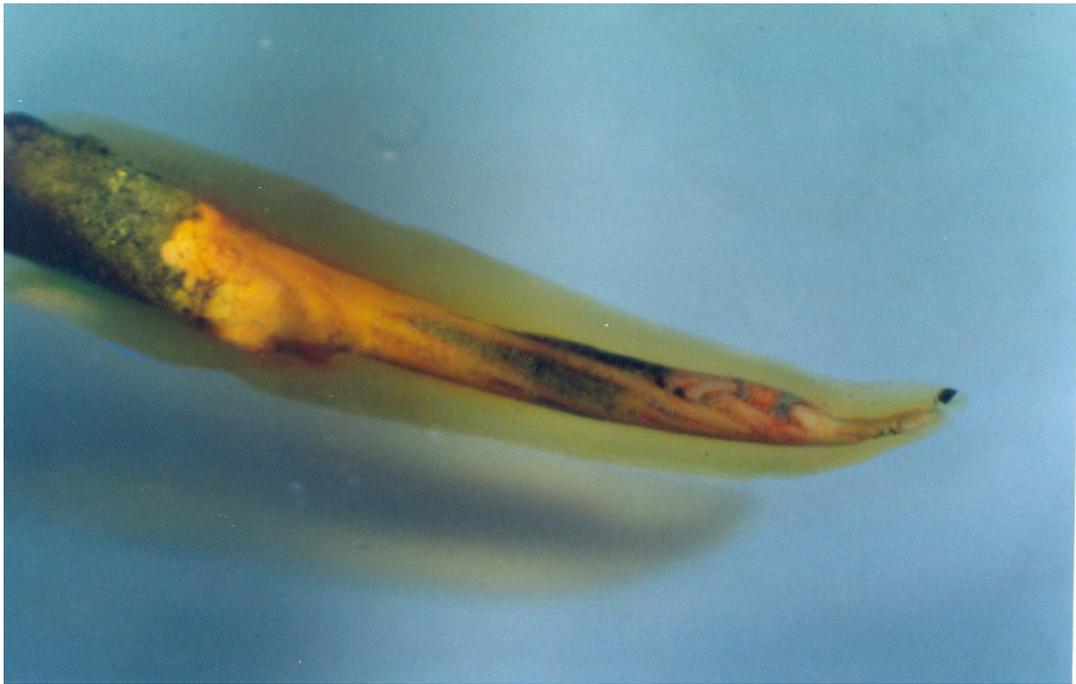


Foto 20
Ejemplar perteneciente al grupo: Sin barro dentinario, sellador espeso



Foto 21 (ÍDEM)



Foto 22 (ÍDEM)



Foto 23 (ÍDEM)



Foto 24 (ÍDEM)



Foto 25 (ÍDEM)



Foto 26
Diente incluido en el grupo: Con barro dentinario, sellador espeso

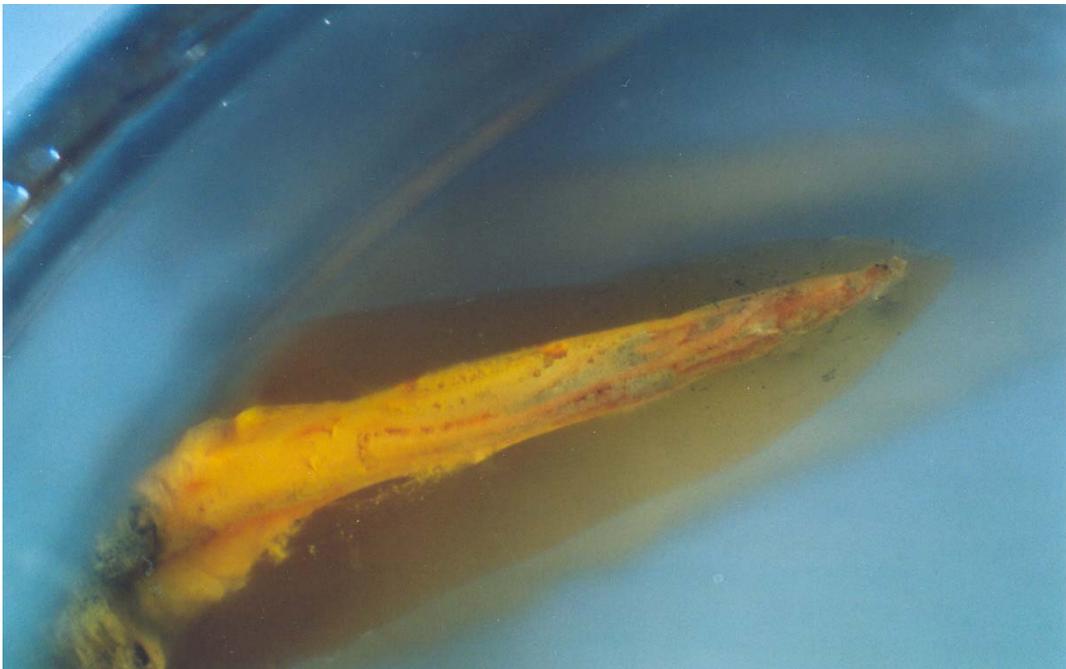


Foto 27 (ÍDEM

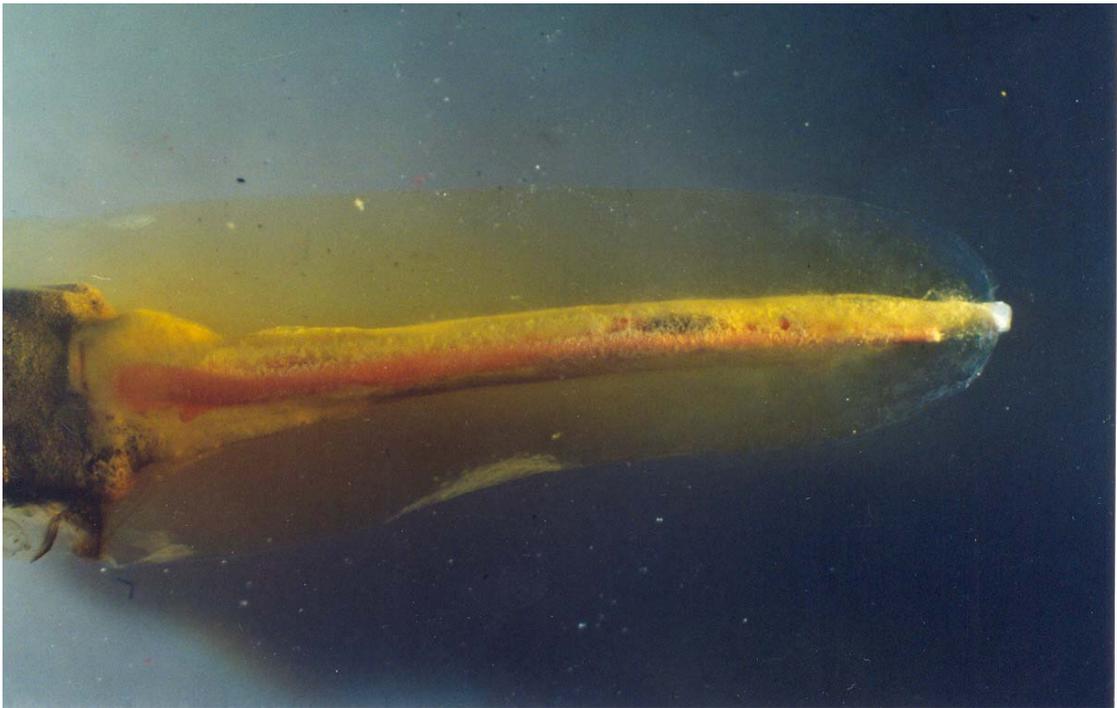


Foto 28 (ÍDEM)



Foto 29 (ÍDEM)



Foto 30 (ÍDEM)

6 DISCUSIÓN

6.1 Sobre la metodología

El motivo de conservar la corona dentaria en nuestro trabajo obedece al siguiente argumento: los dientes utilizados eran heterogéneos en cuanto a su longitud, de tal forma que los encontramos desde 16 a 25 mm, y no siendo el tamaño un criterio de rechazo, al eliminar la corona se deberían sustraer unos milímetros del material de obturación de las muestras al aplicar la restauración que evitase la contaminación externa una vez realizada la endodoncia, con lo cual, la superficie a estudiar se reducía críticamente en los ejemplares más pequeños. El inconveniente de trabajar a través de la corona se soslayó practicando una apertura lo suficientemente amplia, eliminando zonas anatómicas, cervicales e incisales, que eran un obstáculo a que la lima alcanzase directamente el tercio apical del conducto.

En los experimentos en que se manejan dientes naturales, no existe un criterio unánime sobre la conveniencia de o no de mantener esta parte anatómica, lo que indica que no es muy relevante para los resultados. Ciertos autores la eliminan con el fin de obtener ejemplares de una longitud similar, reduciendo las diferencias relativas a peculiaridades anatómicas y homogeneizando las muestras [Carratù y cols 2002, Miletic y cols 2002, Magura y cols 1991]. En otras ocasiones son las propias técnicas de análisis las que aconsejan dispensar un tratamiento tal a los especímenes para facilitar el acceso a la información. Así, Wu y cols[1995] utilizan rutinariamente raíces si el estudio se lleva a cabo mediante un sistema de transporte de fluidos. De Moor y De Boever[2000] cortan los dientes a la altura cervical del conducto para facilitar la sección longitudinal de la raíz, golpeando sobre un cincel que reposa en una de las caras proximales. De igual forma, LaCombe y cols [1988] eliminan la corona antes de fracturar axialmente las muestras inmersas en nitrógeno líquido. No todos los autores, sin embargo, siguen este proceder. Swanson y Madison[1987], Madison y cols[1987] trabajan con dientes enteros que estudian mediante diafanización. Wu y cols[2000], Barthel y cols [1994] respetan íntegramente los dientes que van seccionar transversalmente.

En nuestro trabajo, la conformación del conducto se realizó siguiendo la pauta universalmente aceptada desde los trabajos de Clem[1969], en virtud de la cual el canal, al final de la preparación, debe tener un molde similar al de un cono de vértice inferior, debido a que la comodidad de la obturación con gutapercha reclama dicha forma. Es pertinente admitir la existencia de una actitud conciliadora de todos los investigadores en este asunto, contrastando con la disparidad de técnicas vigentes de instrumentación que pretenden ser, cada cual, el procedimiento más cumplido para el logro de dicho objetivo.

La configuración del canal combinó instrumentos digitales apicalmente y fresas de Gates-Glidden en los tercios medio y coronario, según la técnica de Ohio[Mullaney 1979]. Acorde con tal principio se manifiestan, entre otros, Sobhi y Khan[2003], Carratù y cols[2002], Walton[1996],Torabinejad [1994]. Ciertos autores[Hembrough y cols 2002] utilizan en algunos de sus trabajos exclusivamente instrumentos rotatorios de Ni-Ti, mientras que en otras

ocasiones se realiza manualmente toda la secuencia operatoria siguiendo los principios de la preparación seriada[Maden y cols 2002, Luissi y cols 2002, Khayat y cols 1993]. Otros investigadores[Barbizan y cols 2002, Rödíg y cols 2002] insisten en que la morfología inicial del conducto es la que determina lo adecuado de la preparación, mucho más que los implementos empleados.

En la mitad de los dientes que manejamos se eliminó el barro dentinario irrigando con ácido cítrico al 40 %. Una solución tal es la utilizada por Chailertvanitkul y cols[1996.a]. La efectividad del ácido cítrico está en función de su concentración, según Ferrer Luque y cols[1994], quienes recomiendan usarlo al 50%. Pallarés y cols[1995] defienden igualmente esa proporción. Zaccaro y cols[2001] lo emplean al 10% por ser mejor tolerado por los tejidos periapicales que otras sustancias, como el EDTA. Olmos y cols[2000] irrigan asimismo con ácido cítrico al 10 % tras el uso de CIONa. Zaccaro y cols[2000] no hallan diferencias al estudiar la eliminación del barro dentinario mediante la combinación de CIONa al 1%, ácido cítrico al 10% y finalmente 10 ml de agua destilada, o bien CIONa al 0,5% seguido de EDTA-T al 17 %. Von Fraunhofer y cols[2000], Behrend y cols[1996] lo retiran mediante EDTA al 17% , mientras que Taylor y cols[1997] emplean REDTA en la misma proporción. Otras sustancias que han sido ensayadas con éxito son la doxiciclina, un derivado de la oxitetraciclina por pérdida de un átomo de oxígeno[Barkhordar y cols 1997], y el ácido fosfórico[Padrós y Rodríguez 2002].

El sellador AH26 se preparó con dos viscosidades distintas. La más fluida (0,4 g polvo / 0,3 g líquido) corresponde a lo que en el prospecto se señala como 2 a 1. La otra, más espesa, llevaba en su composición una proporción de 0,6 g de polvo / 0,3 g de líquido, que, según el fabricante equivale a 3 volúmenes de polvo / 1 volumen de resina. Ponderar cuál es la consistencia clínica ideal de la mezcla obliga a considerar las propiedades inherentes a su estructura molecular en su doble vertiente: biocompatibilidad y de índole operatoria. Atendiendo a la naturaleza de nuestro estudio, se examinó exclusivamente la capacidad de sellado vinculada a la densidad del epoxy.

En las instrucciones de uso del sellador AH26 la dosificación es sólo orientativa. El fabricante da por buena una viscosidad en la cual el endurecedor (la hexametilentetramina) puede incrementarse hasta un 30% en peso sin variar la proporción de líquido. El resultado es una resina de consistencia elevada en ambos casos, que resulta incómoda de manejar si el volumen de polvo en la mezcla alcanza la máxima saturación. Para operar con ventaja y facilitar su manipulación, se templó ligeramente a la llama. Esta licencia está admitida por el fabricante. El grupo experimental obturado únicamente con sellador tenía la finalidad de esclarecer si la ausencia de sellador al finalizar la obturación estaba ligada a la técnica de condensación lateral.

Benatti y cols[1987] afirman que la contracción del sellador es proporcional a la fluidez, de tal manera que a mayor viscosidad, dentro de límites razonables, menores serán los cambios dimensionales. Igualmente vinculan la toxicidad a un exceso de líquido en la mezcla. Walton y Johnson[1996]

sustentan la misma opinión y reconocen una capacidad de sellado tanto mejor cuanto mayor es la densidad del producto. Barthel y cols[1994] consideran que la viscosidad óptima del sellador AH26 en la condensación lateral se ajusta a una proporción de 0,8 de polvo / 1 de líquido, en franco desacuerdo con las instrucciones del fabricante. Asimismo, Wu y cols[1997] recomiendan una consistencia fluida del sellador en las técnicas de condensación de la gutapercha. En diversos estudios, Kaplan y cols[2003], Miletic y cols[2002], Wu y cols[2000], De Moor y De Boever[2000], Kaplan y cols[1997],Kazemi y cols[1993], mencionan que el sellador AH26 se preparó siguiendo las recomendaciones que aparecen en el envase, sin precisar las proporciones de los ingredientes, lo que puede resultar, según Fuss y cols[2000] en mezclas de diferente densidad, y, posiblemente, distintas propiedades, pero todas ellas compatibles con las indicaciones del folleto adjunto al producto. Östavik [1983] es uno de los pocos investigadores que remitiéndose a la información del fabricante, señala explícitamente la proporción polvo / resina en su trabajo, esto es, 1,75 g / 1 g.

La aplicación del sellador AH26 se realizó mediante dos procedimientos. Inicialmente, tras calentar ligeramente la resina en la loseta de mezcla, una lima manual impregnada en sellador lo depositó en el conducto con movimientos antihorarios antes de iniciar la obturación propiamente dicha. Con posterioridad, cada cono de gutapercha , revestido de cemento, transportaba la resina durante todo el proceso de la condensación lateral. Cuando el sellador ganaba viscosidad, era templado nuevamente. Hoen y cols[1990] sostienen que el uso de limas ultrasónicas es más eficaz que el método manual en el proceso de colocación del sellador. Aguirre y cols[1997] conceden que los ultrasonidos mejoran la inserción de selladores del grupo hidróxido de calcio al compararlo con la aplicación digital, pero no aporta ventajas si el producto ensayado es una resina (AH26). Para Stamos y cols[1995] el cemento se distribuye más homogéneamente con limas ultrasónicas que si se introduce con el cono principal de gutapercha. Walton y Johnson[1996], Wiemann y Wilcox[1991] consideran intrascendente el método empleado (léntulo espiral, limas ultrasónicas, manuales, cono de gutapercha) y afirman que todos ellos rinden de forma similar.

La elección y asentamiento del cono primario de gutapercha se ajustó a las normas establecidas en los manuales de Endodoncia: un número similar a la lima apical principal y con el extremo más estrecho encajando en la preparación apical. Aunque este proceder es el habitual, recientemente Wu y cols [2003] han propuesto utilizar el primer cono de gutapercha en posición invertida, de tal manera que la parte más fina apunte hacia la corona del diente y el diámetro mayor ajuste en la matriz apical. Los autores afirman que en la condensación lateral esta disposición facilita la colocación de conos accesorios, incrementa la cantidad final de gutapercha y reduce el volumen de sellador en el tercio inferior del conducto.

Durante la condensación lateral empleamos un espaciador digital de acero inoxidable del nº 20 para compactar la gutapercha e incrementar su contenido

en el conducto, repitiendo la maniobra mientras su inserción sobrepasara el tercio medio, siguiendo a Walton y Johnson[1996]. Para facilitar su penetración se templaba ligeramente dentro de un esterilizador de bolitas. Simons y cols[1991] defienden el uso de condensadores digitales frente a los palmares porque son más fácilmente manejables y mejoran el sellado apical. Holland y cols[2002], Sobhni y Kan[2003] recomiendan espaciadores digitales de Ni-Ti por considerarlos más apropiados que los de acero, pero únicamente en el manejo de conductos curvos. Pumarola[2002] razona que el espacio creado por el espaciador debiera ser ocupado por un cono de gutapercha de calibre y conicidad proporcionales. Considera que la anatomía del conducto es la que dicta, finalmente, la equivalencia entre conos y espaciadores: necesaria en aquéllos que son finos y curvos y no tan crítica en conductos más amplios.

El material destinado a ocluir la cavidad de acceso fue la amalgama de plata. Por su capacidad de sellado una vez fraguada y la poca reacción con otras sustancias químicas (ácido nítrico), es ideal para evitar la contaminación que por vía coronaria puede deteriorar los productos de obturación radicular, cuando se compara con otros materiales considerados temporales [Uranda y cols 1999, Imura y cols 1997, Garro y cols 1994].

Aunque nuestro método de estudio (diafanización y análisis mediante microscopio) excluía el contacto directo del sellador y gutapercha con ningún producto, se decidió esperar un mes antes de manipular las muestras, para asegurar el completo fraguado del sellador AH26, siguiendo las recomendaciones de Allan y cols[2001].

Se han desarrollado numerosos procedimientos aplicados al estudio de los dientes endodonciados, pero no todos son igual de atinados al enjuiciar la calidad de la obturación. Paradójicamente, se da la circunstancia de que una de las técnicas más populares (filtración con colorantes medida lineal o transversalmente) acredita una confianza muy limitada al compararla con otros métodos tales como filtración de fluidos y la extracción del colorante mediante la disolución del diente en ácido nítrico al 65% y análisis de la concentración del tinte[Camps y Pasley 2003]. La metodología sobre la filtración con colorantes no está bien determinada[Wu y Wesselink 1993], por lo que se ha de ser especialmente cautelosos al cotejar los resultados que aportan dichos estudios[Roig y cols.1996]. Estas razones y la falta de acuerdo de los diferentes autores sobre la necesidad o no de centrifugación de las muestras [Azabal y cols 1999], eliminación del contenido acuoso[Kontakiotis y cols 2001] y el aire atrapado[Spangberg y cols 1989], posición del diente en la solución[Katz y cols 1998], número de ciclo masticatorios [Esber y cols 1998], interacción de ciertos tintes con los selladores[Oztan y cols 2001], capacidad intrínseca de penetración de algunos de ellos[Seymour y Carraher 1998, Magura y cols 1991],mimesis entre tinte / sellador AH26 [Barthel y cols 1994], etc, aconsejaron prescindir de los colorantes como método de estudio eficaz, orientando nuestros esfuerzos en determinar la desadaptación en vez de la filtración, por constituir aquélla un referente de la calidad de obturación sin

contar con los inconvenientes de recurrir a sustancias penetrantes, evitando así las conclusiones ligadas al uso de éstas, difíciles de interpretar cuando no dudosas por la falta de acuerdo en su manejo.

La descalcificación y diafanización de los dientes es una técnica que faculta examinar de manera apropiada la anatomía del sistema de conductos sin alterar la morfología[San Martín y cols 1996]. Podemos añadir que, en su caso, permite analizar el resultado de la obturación con igual grado de confianza, ya que se opera sólo en la superficie del diente. Para conseguir la desmineralización, los autores anteriores usan CIH al 30% durante una semana, renovándolo diariamente; baño de agua 24 horas; KOH al 5% un día y alcohol al 90% durante tres días cambiándolo cada día. La transparencia y conservación corre a cargo del benzoato de metilo. Kuhre y Kessler[1993] inducen la descalcificación con ácido nítrico al 5% durante cuarenta y ocho horas, renovándolo diariamente; la deshidratación con enjuagues de alcohol etílico al 80% doce horas y posteriormente un día entero con alcohol etílico al 100% para completar el proceso. El aclaramiento lo obtienen con metil salicilato. En nuestro trabajo seguimos la pauta de Robertson y Leeb[1982], según queda expuesto en el apartado de Material y Método. Otros autores que emplean la misma técnica son, Khayat y cols[1993], Magura y cols[1991], Swanson y Madison[1987], Madison y cols[1987].

La sección transversal de la raíz es otro método de estudio. Este procedimiento acarrea una pérdida de sustancia dental y, por consiguiente, de información. La desventaja que se infiere es que cuanto más pequeña sea el área a investigar, mayor será la pérdida de información[Barthel y cols 1994]. Lo utilizan, Gencoglu y cols[2002], Wu y cols[2000], Barthel y cols[1999], Limkangwalmongkol y cols[1991].

La división del diente en dos mitades siguiendo el eje axial, confiere la posibilidad de examinar en la interfase dentina / sellador el tránsito longitudinal de una sustancia penetrante. Para detectar una hipotética filtración cubierta por el material de obturación debe eliminarse la gutapercha y el sellador, lo que no resulta fácil por la adherencia de ciertos cementos a las paredes del conducto[Barthel y cols 1994]. Esta técnica la vemos reflejada en los trabajos de De Moor y Hommez[2002], Allan y cols[2001], De Moor y De Boever [2000], Moshonov y cols[1994], Garro y cols[1994], Simons y cols[1991], LaCombe y cols[1988].

6.2 Sobre los resultados

El análisis de las muestras en el presente estudio revela un contraste cromático entre la gutapercha y la resina AH26, que permite discernir el tipo de material en contacto con el estuche dentinario cuando el grado de diafanización es el adecuado, exponiendo las áreas en donde el sellador no envuelve la gutapercha. Si el objetivo de la obturación consiste en sellar adecuadamente el

conducto[Grossman y cols 1964] y el concurso de una sustancia cementante no es excusable[Limkangwalmongkol y cols 1991], los resultados corroboran la imposibilidad de conseguir tal empresa. La obturación supone un combate a ciegas de imprevisible resolución. Lo inapropiado del procedimiento podría conciliarse con el éxito, en tanto que éste ha sido identificado fundamentalmente con la limpieza y conformación del conducto [Johnson 2003] y un adecuado sellado coronario[Heling y cols 2002, Messer y Wilson 1996].

El protagonismo de la obturación realizada en los grupos experimentales recayó en la gutapercha. Este recurso, vigente en la actualidad, y posible con la técnica de condensación lateral[Almenar 2002], proporciona un relleno más denso y un resultado que, por el mismo motivo, juzgamos de una calidad superior.

Al valorar la calidad de la obturación hemos considerado idóneo que la resina AH26 tapizase todo el conducto, convencidos de la necesidad de la presencia de sellador para garantizar el sellado, de acuerdo con la opinión de Curson y Kirk[1968], Younis y Hembree[1976], Skinner y Himel[1987] entre otros. En función de esta premisa, definimos como sellado correcto la distribución homogénea del sellador sin lagunas de gutapercha visibles, e identificamos el sellado incorrecto tanto si el sellador es insuficiente como la ausencia total de cemento. Aunque eludimos discriminar los casos en el grupo clasificado como sellado insuficiente en virtud del aspecto, se observaron diferencias cuantitativas del sellador AH26 ligadas a la viscosidad de la resina, según se dijo anteriormente, de tal manera que si bien el resultado final no era tranquilizador en ninguna circunstancia, la calidad del sellado era más inquietante y alarmante en los dientes obturados con una consistencia del sellador AH26 más espesa.

Si atendemos al sellado en el tercio apical, sólo uno de los treinta y ocho dientes (del grupo sin barro dentinario; sellador fluido) alcanza la condición de sellado correcto, lo que equivale al 2,6%. Este exiguo resultado supone falta de aleatoriedad (97,4% fuera de esta categoría), e indica que el objetivo no está exento de dificultad y que más bien sólo se logra por accidente. En dos de las muestras, obturadas sin barro dentinario y sellador espeso, que representa el 5,3%, la gutapercha era el único material visible. Semejante porcentaje advierte de la existencia de un riesgo derivado de confiar el sellado exclusivamente a la condensación de gutapercha. El 92,1% de las raíces presentaban un sellado insuficiente, alternando zonas de sellador y gutapercha. Los resultados, considerados globalmente, apoyan la razonable convicción de que el sellado apical constituye una empresa ardua e incompleta en la mayoría de las ocasiones, sea cual fuese el grupo experimental examinado. Es pertinente admitir que incluso leves vestigios de gutapercha en las muestras llevaron a clasificarlas como sellado incompleto. Ahora bien, en esta categoría, los casos más cumplidos pueden ser compatibles con el éxito clínico, no tan exigente, quizá, en sus criterios de demarcación. La ausencia de barro dentinario, sin que lo hayan confirmado los hechos, sólo le da una apariencia de ser más

valiosa o más atractiva de lo que es en realidad. Su eliminación puede determinar una unión más íntima entre la resina AH 26 y la dentina, pero las maniobras de condensación de la gutapercha durante la obturación reducen la presencia de sellador y disminuyen, en consecuencia, la eficacia que supone tal recurso. Esta dependencia queda corroborada al comprobar que los dientes obturados sólo con AH26 en sus dos densidades la cobertura del conducto era completa.

El estudio de la distribución de sellador en el tercio medio arroja un porcentaje general de sellado correcto del 18,4% (siete dientes), que corresponde en su totalidad a muestras en las que la viscosidad del sellador era menos densa, seis de las cuales se obturaron con barro dentinario. El sellado insuficiente acapara, una vez más, la primacía con el 76,3% (17 dientes con sellador espeso, la mitad con barro dentinario; 12 con sellador más fluido, de los cuales en nueve se eliminó el barro dentinario). La ausencia de cemento la hallamos en el 5,3% (dos dientes con barro dentinario y las dos densidades del sellador representadas). El análisis de los resultados confirma que el mayor número de casos correctamente obturados al comparar los segmentos medio y apical corresponde al tercio medio, lo que puede ser debido a las maniobras de condensación. Es sabido que el introducir más gutapercha conduce a una evacuación del sellador, ya que el continente lo forman las rígidas paredes dentinarias. A esta depleción contribuye doblemente la inserción repetida del espaciador, al desbordarse el cemento por la embocadura durante su penetración y también por la adhesión de aquél al vástago metálico. La razón primordial que justifique su uso reside en la facultad de proporcionar una textura apretada y densa a la gutapercha, además de distribuir el sellador en torno a ésta y rellenar los resquicios existentes, compensando en parte la acción de desalojo del cemento. Una viscosidad elevada de la resina epoxy malogra claramente dicho objetivo. La compatibilidad del condensador con los conos de gutapercha puede ocasionar que la pérdida de cemento sea proporcional a la analogía existente entre ambos, porque el hueco creado en el caso de máxima correspondencia sólo es ocupado, en el mejor de los casos, por una punta accesoria desnuda de sellador. En todos los grupos la adición de gutapercha cesó cuando la inserción del espaciador no llegaba al tercio apical. Hemos de aclarar que esta técnica no excluye la posibilidad de introducir nuevas puntas de gutapercha, pero resulta irrelevante empeñarse en dicho objetivo cuando el espaciador digital no alcanza aquel límite, según recogen universalmente los textos de Endodoncia.

En cuanto a los datos concernientes al sellado en el tercio coronario, el 15,8% (seis dientes) muestran un patrón compatible con un sellado correcto, todos ellos obturados con sellador más fluido y cinco con barro dentinario. Idéntico porcentaje (15,8%) lo observamos en dientes en los que la gutapercha aparece totalmente desnuda, representados por tres muestras con sellador espeso y barro dentinario y el mismo número de casos con sellador espeso y sin barro dentinario. Por último, el 68,4% (veintiséis dientes) pertenecen a la categoría de sellado insuficiente: doce con sellador espeso y la mitad de ellas con barro dentinario; catorce con una densidad más fluida y

nueve de estas sin barro dentinario. Al comparar los resultados en los tercios cervical y medio encontramos gran similitud en los porcentajes incluidos en los grupos de sellado correcto(15,8% frente al 18,4%) y sellado insuficiente (68,4% frente al 76,3%), mientras que existe gran discrepancia en el grupo de no cemento (15,8% en el segmento coronario; 5,3% en el segmento medio), lo que puede explicarse por la condensación vertical al finalizar la obturación, siempre recomendada, que ocasiona que el sellador rezume hacia el exterior por la dificultad de flujo en dirección apical, sobre todo si la viscosidad de aquél es grande, como queda reflejado en los resultados. Éstos aportan, sin ambigüedad, una prueba fundada de que el endurecedor (la hexametileno-tetramina) empleado en su máxima concentración constituye un estorbo para alcanzar el objetivo de un sellado adecuado, en tanto que el común denominador de los ejemplares asignados al grupo de sellado más completo (cualquiera que sea el segmento considerado) responde a una densidad del sellador AH26 menos espesa. De forma similar, agregar más polvo en la mezcla es, en buena medida, una garantía de una obturación final con ausencia de sellador más frecuente (y en el supuesto de que exista, en menor cantidad) que si el cemento disfruta de una densidad más fluida, con la incertidumbre que envuelve un sellado en tal situación. El manejo de la resina epoxy con una viscosidad elevada supone un trabajo penoso y lleva aparejado un empobrecimiento en el rendimiento de la técnica. La solución de esta dificultad reside en plastificar el polímero reduciendo el polvo en la mezcla.

Al indagar sobre la conveniencia o no de eliminar el barro dentinario, los datos experimentales se muestran excépticos respecto a la confianza que deberíamos depositar en su remoción si a la vez desatendemos otros elementos clave, como es la viscosidad del aglutinante. La preparación dentinaria con sustancias que facilitan la penetración del sellador, supone sólo el cincuenta por ciento de un resultado en el que no es ajena la composición física y las propiedades químicas de la sustancia sellante (capacidad de escurrimiento, viscosidad y tamaño de las partículas), las cuales ejercen gran influencia y condicionan su incorporación en los túbulos tanto como la presencia de barro dentinario capaz de obstruir su penetración, según corroboran los estudios de Branstetter y von Fraunhofer[1982],Oksan y cols [1993]. Las investigaciones de Örstavik[1982] confirman que la calidad del sellado depende del grosor de la película de sellador, en tanto que una capa delgada de cemento promueve un contacto íntimo de éste con la superficie dentinaria. A la luz de los resultados de nuestro trabajo no se puede sostener que la eliminación del barro dentinario proporcione un sellado mejor, y si bien una viscosidad más fluida de la resina AH26 es un auxilio, hay la certidumbre de que el sellado final está subordinado a la propia técnica de obturación, al favorecer la desadaptación de los materiales de obturación con el molde del conducto durante las maniobras de condensación.

Barthel y cols[1994] propusieron que una disminución en la viscosidad de la resina AH26 redundaría en un sellado más completo en la condensación lateral. De acuerdo con este punto de vista, ensayaron una mezcla (0,8 polvo por 1 de líquido) donde, debido a su fluidez, no era preciso calentarla y por lo

tanto se facilitaba su manejo al compararla con otra más espesa (2:1). Tras analizar los resultados observaron que el grupo experimental obturado mediante condensación lateral y AH26 en la proporción 2:1 era el que disponía de menos ejemplares en la categoría de no filtración, muy por detrás de aquel otro tratado con condensación lateral y AH26 más fluido, e incluso peor que la técnica de cono único con independencia de la viscosidad del sellador. Sus conclusiones fueron que las maniobras de condensación lateral posiblemente interferían la unión de la resina AH26 a las paredes del conducto, siendo arrancado por el espaciador en aquellas circunstancias en las que el sellador era más espeso. Esta condición, la densidad de la mezcla, depende del arbitrio (como en el experimento anterior) pero irrevocablemente está ligada a la naturaleza del sellador cuando los ingredientes se ajustan a las recomendaciones del fabricante, como se desprende del trabajo de McMichen y cols [2003], quienes adjudican a la resina epoxy AHPlus (prácticamente idéntica a AH26) los valores más elevados de grosor de película al compararlos con otros selladores de diversa composición química. La densidad de la estructura molecular no sólo se ha vinculado a la calidad del sellado sino que ha merecido otras consideraciones. Así, Brooke y Grace[2000] comprobaron que una alta viscosidad incrementa proporcionalmente la presión radicular generada durante la condensación vertical.

Frente a otras buenas técnicas de obturación, la condensación lateral gana en seguida la confianza por su eficacia y facilidad de consumación[Goracci y cols 1991]. No obstante, según han verificado Da Silva y cols[2002], la presencia de pequeños intersticios sin obturar es una consecuencia natural en este método, además de contribuir a un mayor espesor del cemento en las zonas media y apical al compararlo con otras técnicas de gutapercha termoplástica. El análisis del grosor del sellador entre la gutapercha y la dentina ha sido analizado por De Deus y cols[2003], ante el convencimiento de la necesidad de limitar su presencia a una fina capa en aquellos procedimientos de obturación que manejan ambos tipos de materiales, conforme a los estudios de Ruddle[1994]. Los resultados de De Deus y cols revelaron que el espesor del sellador Endofill (óxido de cinc eugenol) estaba subordinado tanto a la técnica de obturación empleada como al segmento radicular considerado, de tal suerte que el mayor grosor de cemento se concentraba en el tercio apical, seguido del medio y cervical en cualquier procedimiento de obturación (gutapercha termoplástica y condensación lateral), y era ésta última la que en promedio arrojaba los índices más altos de espesor del sellador y frecuentes vacíos sin obturar, superiores en número a la técnica de gutapercha caliente.

El acomodo de los materiales de obturación al molde del conducto y la distribución de sellador en torno a la gutapercha, en la técnica de condensación lateral, ha sido objeto de estudio por Facer y Walton[2003]. En su trabajo emplearon tres selladores de distinta composición: Roth's (óxido de cinc eugenol), Sealapex (hidróxido de calcio) y AH 26 (resina epoxy) y analizaron el reparto en las zonas apical y cervical de acuerdo con este criterio: no cemento, cobertura ligera, moderada y completa. Sus conclusiones describen un decorado poco prometedor, donde el sellador faltaba

frecuentemente entre la gutapercha y las paredes dentinarias, y a veces estaba ausente entre los propios conos. La presencia de sellador era más frecuente en el segmento coronario y ningún grupo mostró una capa continua. La mejor distribución, definida como moderada, la ofreció la resina epoxy.

7 CONCLUSIONES

A la luz de los resultados de esta Tesis y en respuesta a los objetivos planteados previamente se puede afirmar:

1. El resultado de la obturación de los conductos radiculares mediante la técnica de condensación lateral de la gutapercha y sellador AH26, en las dos viscosidades experimentales, es incompleto e incompatible con el objetivo definido como obturación tridimensional.

2. Las maniobras de condensación lateral y vertical de la gutapercha suponen un desalajo del sellador y facilitan la desadaptación.

3. La desadaptación o desajuste entre los materiales de obturación y las paredes del conducto, que revela una ausencia del sellador exponiendo el conglomerado de gutapercha, es patente en cualesquiera de los segmentos estudiados.

4. El tercio apical es la zona que con menos frecuencia alcanza un sellado correcto.

5. La viscosidad más espesa del sellador AH26 (0,6 g polvo por 0,3 g líquido) es un mal complemento para un sellado óptimo.

6. La estructura molecular menos densa del sellador AH26 (0,4 g polvo por 0,3 g líquido) proporciona, en ocasiones, un resultado idóneo pero fragmentario.

7. La eliminación del barro dentinario no contribuye a mejorar el sellado si la viscosidad del sellador AH26 se ajusta a las proporciones ensayadas.

8. La técnica de la condensación lateral de la gutapercha junto con el uso del sellador AH26 en las dos densidades propuestas supone, por sí misma, una causa de filtración sin que medien otras circunstancias adyuvantes.

8 BIBLIOGRAFÍA

Aguirre A M, el-Deeb M E, Aguirre M 1997. The effect of ultrasonics on sealer distribution and sealing of the root canals. *J Endod* 23 (12): 759-64

Ahlberg K M, Assavanop P, Tay W M 1995. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J* 28 (1) : 30-4

AL - Dewani N, Hayes S J, Dummer P M 2000. Comparison of laterally condensed and low- temperature thermoplasticized gutta-percha root fillings. *J Endod* 26 (12): 733-8

AL - Khatib Z Z, Baum R H, Morse D R, Yesilsoy C, Bhambhani S, Furst M L 1990. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70(6): 784-90

Allan N A, Walton R C, Schaeffer M A, Schaeffer A 2001. Setting times for endodontics sealers under clinical usage and in vitro conditions. *J Endod* 27 (6):421-3

Allen D E 1964. Hermetic sealing of root canals: value in successful Endodontia. *Dent Radiogr Photogr.* 37: 857

Almenar A P 2002. Técnica clásica de obturación radicular: Condensación Lateral de la Gutapercha. *Endod Vol* 20 (2):109-114

Alves J, Walton R E, Drake D 1998. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post- prepared root canals. *J Endod* 24 (9) : 587-91

American Dental Association, Council On Dental Materials, Instruments And Equipment: Revised ANSI / ADA specifications nº 28 for root canal files and reamers, type K, and nº 58 for root canal files, type H (Hedstrom).1989. *J Am Dent Assoc.* 118: 239.

Anic I Matsumoto K 1995. Comparison of the sealing ability of laser-softened, laterally condensed and low-temperature thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 21 (9): 464-9

Antonopoulos K G, Attin T, Hellwig E 1998.Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. *J Endo* 24(10):655-8

Araki K, Suda H, Barbosa S V, Sapangberg L S 1993. Reduced cytotoxicity of a root canal sealer through eugenol substitution .*J Endod* 19(11):554-7

Arias AM, Azabal M, Hidalgo J J 2001. Influencia de la vitalidad y dolor previo postoperatorio en endodoncia. *Endod* 19(4):281-283

Attin T, Buchalla W, Zirkel C, Lussi A 2002. Clinical evaluation of the cleansing properties of the noninstrumental technique for cleansing root canals. *Int Endo J.* 35 (11): 929-933.

Azabal M, Menasalvas G, Vega J M^a, Hidalgo J J 1999. Estudio in vitro de la filtración apical en dientes obturados con puntas de gutapercha que contienen en su composición hidróxido de calcio. *Profesión Dental.* Vol 2 nº 2.

Azabal M, Kessler F 1993. ¿Hasta dónde debe llegar el límite de nuestra preparación? *Endod.* 11(1):17-21

Ballesteros E 1978. Fármacos antisépticos. En: Lorenzo Velázquez B. *Farmacología y su proyección a la clínica.* 14 ed. Madrid: Editorial Otero. 797-804.

Bandyopadhyay S 1982. A study of volumetric setting shrinkage of some dental materials. *J Biomed Mat Res* 16:135-144

Banegas G, Zmener O 2001. Efectividad de dos instrumentos rotatorios de níquel-titanio para la preparación de conductos artificiales curvos. Un modelo experimental in vitro. *Endod* 19 (3):216-21

Banegas G, Zmener O, Grimberg F, Chiacchio L 2000. Conductos radiculares artificiales: Análisis de su confiabilidad para el estudio de diferentes técnicas de instrumentación. *Rev Asoc Odont Arg* 88:269-272

Barbero I, Llana M C, Forner L, Miñana R 1999. Aportación metodológica al estudio del sellado apical. *Endod* 17 (2) : 83-89.

Barbizam J V, Fariniuk L F, Marchesan M A, Pecora J D, Sousa - Neto M D 2002 Effectiveness of manual and rotatory instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endo* 28 (5):365-6

Barkhordar R A, Bui T, Watanabe L 1989. An evaluation of sealing ability of calcium hydroxide sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68(1):88-92

Barkhordar R A, Stark M M 1990. Sealing ability of intermediate restorations and cavity desing used in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69(1):99-101

Barkhordar R A, Watanabe L G, Marshall G W, Hussain M 1997. Removal of intracanal smear layer by doxycycline in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 84(4):420-423

Barry GN, Fried IL 1975. Sealing quality of two polycarboxylate cements used as root canal sealers. *J Endod* 1:107-111

Barthel CR, Moshonow J, Shuping G, Orstavik D 1999. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 32 (5):370-5

Barthel CR , Losche GM , Zimmer S, Roulet JT 1994 Dye penetration in root canal filed with AH 26 in different consistencies .*J Endod* 20 (9):436-439

Basravi B, Revah S, Robinson C 1998. Efecto de los instrumentos flexibles en la preparación quirúrgica de los conductos radiculares curvos. *Endod* 16 (2):72-79

Baumgartner K, Taylor J, Walton R E 1995. Canal adaptation and coronal leakage: Lateral condensation compared to Thermafil. *J Am Dent Assoc* 12: 351.

Baumgartner JC 1996. Endodontic Microbiology. En : Walton R.E., Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 2nd ed.W.S. Saunders Company. pág. 277-290

Baumgartner J C, Cuenin P R 1992. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 18:605

Behrend G D, Cutler C W, Gutmann J L 1996. An in vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root canal filling. *Int Endod J* 29(2):99-107

Beltes P, Koulaouzidou E, Kotoula V, Kotsaris A H 1995. In vitro evaluation of the cytotoxicity of calcium hydroxide-based root canal sealers. *Endod Dent Traumatol.* 11(5): 245-9

Benatti O, Stolf W L, Ruhnke LA 1978. Verification of the consistency, setting time, and dimensional changes of root canal filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 46 (1):107-113

Bender IB, Selzer S, Soltanoff W 1966. Endodontic success: A reappraisal of criteria. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*22(6): 790-802

Bernáth M, Szabó J 2003. Tissue reaction initiated by different sealers. *Int Endo J* 36(4):256-261.

Berutti E 2003. La excelencia en la conformación de los conductos en el éxito de la endodoncia. *XXIV Congreso Nacional de Endodoncia.* Valencia

Bhambani S, Sprechman K 1994. Microleakage of Thermafil versus Vertical Condensation using two different sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78: 105.

Birkeland J M 1973.. The effect of pH on the interaction of fluoride and salivary ions. *Caries Res* 7: 11-18

Branstetter J, von Fraunhofer A 1982. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endo* 8(7):312-316

Bratel J, Jontell M, Dahlgren U, Bergenholtz G 1998. Effects of root canal sealers on immunocompetent cells in vitro and in vivo *Int Endod. J.* 31 (3): 178-188

Brau E 1991. Reflexiones clínicas de la terapéutica endodóntica a partir de un estudio sobre la morfología apical. *Endod* 9(1):5-15

Brau E, Pumarola J 2002. reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. *RCOE.* 7 (3):261-270

Brenner D J, Farmer J J, Hickman F W, Asbury M A, Steigerwalt A G 1977. Taxonomic and nomenclature changes in Enterobacteriaceae. C.C.D. Atlanta.

Briseño B, Sonnabend E 1988. Comparación volumétrica del sellado apical con cuatro técnicas termoplásticas de obturación radicular. *Endodo* 6 (1):9-16

Brooke K K, Grace M G 2000. Relationship of intracanal pressure with viscosity of endodontic sealer during warm gutta-percha vertical compaction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89(5):618-622

Budd C S, Weller R N, Kulild J C 1991. A comparison of thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *J Endod* 17(6):260-264

Butler N P 1970. Apical debridement. A hypothesis and preliminary report. *J Br Endod Soc.* 4 (4) : 52-56

Bystrom A, Sundqvist G 1981. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 89(4):321-28

Calas P, Tierrie B 1990. Empleo de las limas ultrasónicas en la preparación de conductos. *Endod Vol* 8 (1):3-15

Çalt S, Serper A 2002. Time dependent effects of EDTA on dentine structures. *J Endod* 28(1): 17-19

Çalt S, Serper A 1999. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endo* 25(6):431-3

Camps J, Pashley D 2003. Realibility of the dye penetration studies. *J Endod* 29 (9):592-4

Canalda C 1990. Perspectivas actuales del tratamiento endodóncico en dientes con lesiones periapicales crónicas. *Endod* 8(3):99-107

Canalda C 1997. Gutapercha termoplastificada. Una alternativa terapéutica. *Endodo* 15 (3):131-142 .

Canalda C, Brau E, Sentis J, Aguade S 1992. The apical seal of root canal selaing cements using a radionuclide detection technique. *Int Endo J* 25 (5):250-6

Canalda C, Pumarola J . 1989. Bacterial growth inhibition produced by root canal sealer cements with a calcium hydroxide base. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68 (1) ; 99-102

Canalda C 2003. Cementos endodóncicos. *XXIV Congreso Nacional de Endodoncia. Valencia*

Capurro M, Jauré H, Judkin C, Maga M, Macri E, Sikorski S, Sticco R, Zmener O 2002. Análisis cuantitativo de la efectividad de diferentes sistemas

mecanizados para la instrumentación de conductos curvos. *Endod Vol 20* (2):94-99

Carratù P, Amato M, Riccitiello F, Rengo S 2002. Evaluation of leakage of bacterial and endotoxins in teeth treated endodontically by two different techniques. *J Endod* 28(4):272-5

Chailertvanitkul P, Saunders W P, Mackecznie D 1996.a. The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. *Int Endod J* 29(4):242-8

Chailertvanitkul P, Saunders W P, Mackenzie D 1996.b. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int Endod J* 29(6):387-92.

Chiva F, García Ballesta C, Pérez L, Vicente V 2003. Estudio experimental de la respuesta ósea de dos cementos selladores. *Endod* 21(1):28-35.

Chohayeb A A, Tom C 1995. Comparison of thermoplasticized gutta-percha root canal obturation technique to the lateral condensation. *NDA J D* 46 (2):18-21

Chong B S, Pitt T R 1992. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endo J* 25:97-106

Chow E, Trope M, Nissan R 1995. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 11 (2) : 90-4

Claisse D, Claisse A, Launay Y 1985. Une étude du joint apical dentine-matériau d'obturation en fonction de différentes techniques de scellement canalair. *Rev Franç Endod* 4(1): 65-79

Clarke S S, Osetek E M, Heuer M A, Lautenschlager E P, Perry F U 1994. The effect of isopropyl alcohol desiccation on apical sealability of two commonly used endodontic cements. *Northwest Dent Res* 5(1):5-7

Clark-Holke D, Drake D, Walton R E, Rivera E, Guthmiller J M 2003. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent* 31(4):275-281

Clem W H 1969 .Endodontics in the adolescent patient. *Dent Clin North Am* 13: 483-93

Clinton K, Van Himel T 2001. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endo* 27(11):692-5

Coffae K P, Brilliant J D 1975. The effect of serial preparation versus nonserial preparation on tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars. *J Endodont J* 1:221-214

Cohen S, Schwartz S 1987. Endodontic complications and the law. *J Endod* 13:191-200

Cohen S, Burns R C 1987. Pathway of the pulp. 4th ed. St Louis: CV Mosby. 183-190

Cohen B I, Pagnillo M K, Musikan B L, Deutsch A S 1998. Formaldehyde evaluation from endodontic materials. *Oral Health* 88 (12):37-9

Comyn J 1998. Degradation of adhesives. *Plastics rubber and composites processing and applications*. 27(3): 110-115

Coolidge E D 1968. Past and present concepts in endodontics. *J Amer Dent Ass* 61 (6):676-688

Corcuera M A, Lozano C, Mondragon I 1991. Análisis de endurecedores de tipo anhídrido en el curado de resinas epoxi. *Revista de Plásticos Modernos* N° 422 :248-263

Curson I, Kirk E E J 1968. An assesment of root canal sealing cements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 26 (2):229-236.

Czonstkowsky M, Michanowicz A 1985. Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. *J Endod* 11:71-4

Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier Y, Örstasvik D, Haapasalo M 2002. A comparative study of lateral condensation, heat-softened guttapercha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. *Int Endod J* 35(12):1005

Da Silva L A, Leonardo M R, Da Silva R S, Guimaraes L F 1997. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endo J* 30(3): 205-9

Dabas U, Dabas VK 2001. Comparative study of sealing capabilities and adhesiveness on injectable root canal sealers using pressure syringe technique. *IJDR* 3:151- 8

De Almeida W A, Leonardo M R, Tanomaru M, Silva L A 2000. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int Endod J* 33(1):25-7.

De Deus G, Gurgel E D, Maniglia C, Coutinho T 2002. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. *Pesqui Odontol Bras* 16(4) :332-6

De Deus G, Martins F, Machado AC, Gurgel E D, Ferreira CF, Coutinho T 2003. Análise da espessura da linha de cimento endodôntico em três técnicas de obturação. *Pesqui Odontol Bras* 17(2):119-25

De Gee A J, Wu M K, Wesselink P R 1994. Sealing properties of Ketac Endo glass ionomer cement and AH 26 root canal sealers. *Int Endod J* 27(5): 239-44

De Moor R J, Hommez G M 2002. The long term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endo J* 35(3):275-82

De Moor R J, De Boever J G 2000. The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta-percha obturation techniques. *Endo Dent Traumatol* 16 (6) :291-7

Delivanis P D, Chapman K A 1982. Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 53: 410

Dentsplay DeTrey GmbH. Konstanz Germany. (Fabricante) AH26 / AH 26 sin plata. Materiales de sellado y obturación del canal radicular. Instrucciones de uso.

Drake D R, Wiemann A H, Rivera E M, Walton R E 1994. Bacterial retention in canal walls in vitro: Effect of smear layer. *J Endod* 20(2):78-82

DuLac K A, Nielsen C J, Tomazic T J, Ferrillo P J, Hatton J F 1999. Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. *J Endo* 25(5):376-80

Economides N, Liolios E, Kolukuris I, Bewltes P 1999. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability if different sealers. *J Endod* 25(2):123-5

Ehrmann E, Tyas M 1990. Cracked tooth syndrome: diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. *Aust Dent J.* 35:105-115

Elayouti A, Weiger R, Löst C 2001. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod* 27(1):49-52

Esber S, Blum J Y, Chacel J C, Parahy E 1998. Effect of masticatory cycles on apical leakage of obturated teeth. *J Endo* 24 (5):322-325

Facer S R, Walton R E 2003. Intracanal distribution patterns of sealers after lateral condensation. *J Endod* 29(1):832-4

Ferrer C M^a, González S, Navajas JM 1994. Utilización del ácido cítrico en la preparación biomecánica del conducto radicular. *Endodo* Vol 12.(2):63-69.

Figún M E, Garino R R 1980. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. 2ª Ed. Argentina: Editorial Ateneo

Flores L 1993. técnica de la Difusión. Comunicación del II imposium de endodoncia. Madrid 20-21 Nov . *Endod* Vol 11 (4):183-191

Fogel B B 1977. A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 43(2):284-99

Forner L , Rodríguez A 2003. Patología Pulpo-periapical. En: *Endodoncia. Consideraciones Actuales*. Caracas: Venezuela. Págs 207-221

Forner L 1996. Tratamiento de los Procesos Odontodestructivos Amplios. Valencia: Promolibro

Frajlich S R, Goldberg F, Massone E J, Cantanini C, Artaza L A 1998. Comparative study of retreatment of Thermafil and lateral concensation endodontic fillings. *Int Endo J* .31(5): 354-7.

Friedman C E , Sandrik J L, Heuer M A, Rapp G N 1977. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endodont* .3: 304-7

Friedman C E, Sandrik J L, Heuer M A, Rapp G N 1975. Composition and mechanical properties of gutta-percha endodontic points. *J Dent Res* 54 (5):921-5

Friedman S, Moshonov J, Trope M 1992. Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol, and epoxy sealers from retreated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73 (5) : 609-12

Friedman S, Abitbol S, Lawrence H P 2003. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase inicial treatment. *J Endod* 29 (1):787-93

Fuenmayor V, Micó P, Alpieste F M 1999. ¿Qué son los flemones dentales? ¿A qué se deben y cómo se tratan? *Periodoncia* 9(3): 219-226

Fuss Z, Charniaque O, Pilo R, Weiss E 2000. Effect of various mixing ratios on antibacterial properties and hardness of endodontic sealers. *J Endod* 26(9):519-22

Gani O, Visvisian C, Rodrigo S, David O 1993. Anatomía radiográfica de los conductos del primer molar inferior con especial referencia a sus curvaturas. *Endod* 11(2):65-73

Garro J, Mínguez N, Triana R, Zabalegui A 1994. Efecto de la saliva y restauración temporal sobre la filtración coronal radicular. *Endod* Vol 12 (4):174-180

Gencoglu N, Garip Y, Bas M, Smani S 2002. Comparison of different gutta-percha root filling technique Thermafil, Quick-fill, System B and laterl condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 93(3):333-336

Gencoglu N, Gunday M, Bas M, BAsaran B 1994. A comparative study of the area of the canal space obturated by thermoplasticizedmgutta-percha techniques. *J Marmara Univ Dent Fac* 2(1):441-6

Gencoglu N, Samani S, Gunday M 1993. Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in absense or presence of smear-layer: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 19(11): 558-62

Gettleman B H, Messer H H, eIDeeb M E 1991. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 17(1):15-20

Geurtsen W, Leyhausen G 1997. Biological aspects of root canal filling materials-histocompatibility,cytotoxicity and mutagenicity. *Clin Oral Invest* 1(1):5-11

Gilhooly R M, Hayes S J, Bryant S T, Dummer P M 2000. Comparison of cold lateral condensation and warm multiphase gutta-percha technique for obturating curved root canals. *Int Endod J* 33(5): 415-20

Glickman G N 1996. New technology in Endodontics. En: Walton R.E., Torabinejad M. Principles and practice of Endodontics. 2nd ed. Pennsylvania:W.B. Saunders Compay.507-527

Goldman L B, Goldman M, Kronman J H, Lin P S 1982.The efficacy of several irrigating solutions for endodontics : A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 52 : 199-204

Gómez R, Gil J R 1997. Los Plásticos y el Tratamiento de sus Residuos. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid:Fernández Ciudad S.L.

Gonzalvo L, Ruiz de Tremiño P 1992. Revisión clínica de las reabsorciones radiculares. *Endod* 10(3):113-142.

Göpferich A 1996.*Biomaterials*.17 (2): 103-114

Goraccl G, Cantatore G, Filanti G 1991.Canal obturation. Analysis of different techniques. *Dent Cadmos* 59 (5):11-20

Gouveia M A, Fontes M, Paulo N M 2002. Smear layer en endodoncia: una revisión bibliográfica. *Endod* 20(2):100-107

Grano De Oro E, Gómez J, Azábal M, Ruiz de Tremiño P 1997. Deformación del conducto radicular tras la instrumentación con limas K- flexofile y Safety Hedström utilizando la pieza de mano Safety M4. *Endod* 15(4):192-201

Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zhender M 2003. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endo J* 36(6): 411

Griève A R 1972. Sealing properties of cements used in root fillings. *Brit Dent J* 132:19-22

Grossman L 1988. *Endodontic Practice*, 11 th ed. Philadelphia, Lea & Febiger.

Grossman L 1976. Physical properties of root canal cements. *J Endod.* 2 (6): 166-175

Grossman L, Shephard L I, Pearson L A 1964. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth . *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 17:368-374

Guerra J A, Skribner J E, Lin L M 1994. Influence of a base on coronal microleakage of post prepared teeth. *J Endod.* 20 (12): 589-91.

Gulavibala K, Holt R, Long B 1998. An in vitro comparison of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. *Endo Dent Traumatol* 14(6):262-9

Gulati N, Chandra S, Aggarwal P K, Jaiswal J N, Singh M 1991. Cytotoxicity of eugenol in sealer containing zinc-oxide. *Endod Dent Traumatol* 7(4) : 181-5

Gunyakti N, Gur G, Solak H 1989. In vitro investigation of gutta-percha amounts in different root obturation techniques. *Ankara Univ Hekim Fak Derg* 16(1):19-28

Gutmann JL, Witherspoon D E 1999. Sistemas de obturación de los canales radiculares limpios y conformados. En: Cohen S., Burns R C *Vías de la Pulpa* Hartcourt, Madrid 258-361

Gutsche C D 1967. *The Chemistry of Carbonyl compounds*. Prentice Hall.N.J.

Haga C.S 1969. Microscopic measurements of root canal preparation following instrumentation. *J Br Endod Soc* 2:11-19

Halimi P , Camps J , Roche M , Proust J P 1990. Étude des propriétés physico-chimiques de quatre ciments de scellement endodontique. *Rev Franç D'Endod* 9 (4):35-41

Hall M C , Clement D J , Dove S B , Walker W A 3rd . 1996. A comparison of sealer placement techniques in curved canals. *J Endod* 22(1):638-42

Han H S , Tan K L , Lang E T 2000. Fluorination of epoxy surfaces by a physical method *Journal of applied polymer science* Vol 76. Iss 3

Hansen M G 1998. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod* 24(1):38-40

Harrison J W , Todd M J 1980. The effect of root resection on the sealing property of root canal obturations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 50(3):264-72

Heling I , Chandler N P 1996. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod* 22(5): 257-9

Heling I , Gorfil C , Slutzky H , Kopolovic K , Zalking M , Slutzky I 2002. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent* 87(6):674-8

Hembrough M W , Steiman H R , Belanger K K 2002. Lateral condensation in canals prepared with nickel titanium rotatory instruments: an evaluation of the use of three different master cones. *J Endod* 28(7):516-9

Hidalgo F L , Estrela C , Pesce H F 1997. Estudio comparativo de la morfología del conducto radicular producida después de la instrumentación ultrasónica y manual. *Endod* Vol 15(1):26-30.

Higa R K , Torabinejad M , McKendry D J , McMillan P J 1994. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. *Int Endod J.* 27(5):252-6

Higginbotham T L 1967. A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 24 (1):89-101

Hoer M M , LaBounty G , Keller D L 1990. Aplicación del sellador de endodoncia mediante ultrasonidos. *Endod* 8 (2): 73-79

Hogstedt C , Malmqvist N , Wadman B 1979. Leukemia in workers exposed to ethylene oxide. *J Am Med Ass.*241: 1132-1133.

Holland R 1996. Differential diagnosis of orofacial pain. En: Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of endodontics*.2nd ed.Saunders Company. 493-506

Holland R , Tessarini R A , Murata S S , Dezn Jr E , Ervolino E 2002. Filtación apical tras la obturación de conductos curvos con espaciadores de níquel-titanio y acero inoxidable. *Endod* 20(1):39-43

Holland R , Otoboni J A , Souza V , Nery M J , Bernabé P F , Dezan Jr E 2003. Tratamiento endodóntico en una o en dos visitas. Estudio histológico en dientes de perros con lesión periapical. *Endod* 21.(1):20-27.

Holland R , Cruz A , Souza V , Nery M J , Bernabé P F E , Otoboni J A Y Cols 2000. Comportamiento de los tejidos periapicales frente a la exposición endodóntica al medio oral. Estudio histológico en dientes de perros. *Endod* Vol 18 (2):99-108

Holland R , Souza V , Nery M J , Mello W , Bernabé P F , Otoboni J A 1979. A histological study of the effect of calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth of dogs. *J Br Endod Soc* 12:15-23

Holland R , Souza V , Otoboni J A , Nery M J , Bernabé P F , Mello W 1991. Técnicas mistas de preparao do canal radicular. *Rev Paul Odontol* 13 : 17-23

Horning T G , Kessler J R 1995. A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system. *J Endod* 21(7): 354-7

Horta A 1994. *Macromoléculas*. Madrid: Impresos y Revistas S.A

Horta A , Sánchez C , Pérez A , Fernández I 2000. *Los plásticos más usados*. Madrid: Lerko Print S.A.

Horta A , Fernández I , Pérez A , Sánchez C 1993. *Técnicas de caracterización de polímeros. Identificación de plásticos*. Madrid :Vda de Ruf. G^a Blanco.

Hosoya N , Nomura M , Yoshikubo A , Arai T , Nakamura J , Cox C F 2000. Effect of canal drying methods on the apical seal. *J Endod* 26(5):292-4.

Hsu T S , Duh B R 1988. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermomechanical compaction. *Zhonghua YA Yi Hui Za Zhi* 7 (3) : 97-104.

Huang T H , Kao C T 1998. pH measurement of root canal sealers. *J Endod* 24(4):236-8

Huang T H , Lee H , Kao C T 2001. Evaluation of the genotoxicity of zinc oxide eugenol-based, calcium hydroxide-based, and epoxy resin-based root canal sealers by comet assay. *J Endod* 27 (12):744-8

Imura N , Otani S M , Campos M J , Jardim Jr E G , Zuolo M L 1997. Bacterial penetration through temporary restorative materials in root-canal-treated teeth in vitro. *Int Endod J* 30(6):381-5.

Ingle J I 1961. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 14:83-96

- Ingle J I* 1976. *Endodontics* 2nd ed Philadelphia : Lea & Febiger. 43.
- Ingle J I , TAINTOR J* 1987. *Endodoncia* 3ª ed. Interamericana. Mexico.223-307
- ISO 6876: 1986 Materiales dentales para el sellado de los canales radiculares.* (Versión en español) AENOR.1991.Depósito Legal : M 6208-91. Fernández de la Hoz, 52, Madrid
- Jiménez J* 1994. Técnica de McSpadden o de la gutapercha termoplástica *Endod* 12(2):77-83
- Jiménez J* 1990. Repercusión clínica de las funciones biológicas de la pulpa. *Endod* 8 (2): 64-68
- Jayalatha N S , Kuriakose S , Saradadevi K L* 1998. Comparison of sealing ability of three different root canal sealers. An in vitro study. *J Ind Soc Pedod Prev Dent* 16 (4): 122-7
- Johansson B I* 1980. A Methodological study of the mechanical properties of endodontic gutta-percha. *J Endod* 6: 781.
- Johnson B* 2003. Controversias en Endodoncia. *XXIV Congreso Nacional de Endodoncia*. Valencia.
- Juhasz A , Szabo Z , Marton I ,Fejerdy P , Dobo N C ,* 2002. Extend of microleakage in relation to root canal morphology. *Fogorv Sz* 95(1):27-31
- Jungmann C L , Uchin R A , Bucher J F* 1975.Effect of instrumentation on the shape of the root canal. *J Endod* 1:166
- Kallus T , Hensten A , Mjor I A* 1983. Tissue response to allergenic leachables from dental materials. *J Biomed Mater Res* 17 (5) : 741-755
- Kaplan A E , Ormaechea M F , Picca M , Canzobre M C , Ubios A M* 2003. Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers.*Int Endod J* 36(8):527-32
- Kaplan A E , Picca M , Gonzalez M I , Macchi R L , Molgatini S L* 1999. Antimicrobial effect of six endodontic sealers: an in vitro evaluation. *Endo Dent traumatol* 15(1):42-5
- Kaplan A E , Goldberg F , Artaza L P , De Silvio A , Macchi R L* 1997. Desintegration of endodontic cements in water. *J Endod* 23(7):439-41
- Katz A , Rosenwasser R , Tamse A* 1998. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. *Int Endo J* 31 (1):63-6

Kayat A , Lee S T , Torabinejad M 1993. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canal. *J Endod* 19 (9):458-461.

Kazemi R B , Safavi K E , Spangberg L S 1993. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 76 (6):766-71

Kleier D J 1984. Nonsurgical retreatment of a postsurgical endodontic failure. *J Endod* 10(12):577-579

Kersten H W , Moorer W R 1989. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J* 22(3):118-24

Klager P , Dupont A A 1987. The significance of environmental contamination of sealer and gutta-percha before endodontic obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 63(5):606-9

Klayman S M , Brilliant J D 1975. A comparison of the efficacy of serial preparation vs Giromatic preparation. *J Endodont* 1: 334-337

Koch M J , Wunstel E , Stein G 2001. Formaldehyde release from ground root canal sealers in vitro. *J Endod* 27 (6):396-7

Koch M J 1999. Formaldehyde release from root-canal sealers: influence of method. *Int Endod J.* 32 (1):10-6

Kontakiotis E G , Georgopoulou M K , Morfis A S 2001. Dye penetration in dry and water-filled gaps along root fillings. *Int Endo J* 34 (2):133-6

Kontakiotis E G , Wu M K , Wesselink P R 1997. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2 years follow-up study. *Int Endo J* 30 (5):307-12

Kouvas V , Liolios E , Vassiliadis L , Parissis S , Boutsoulis A 1998. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol* 14(4):191-4

Koulaouzidou E A , Papazisis K T , Beltes P , Geromichalos G D , Kortsaris A H 1998. Cytotoxicity of three resin-based root canal sealers : an in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol* 14 (4): 182-5

Krell K , Walton R E 1986. Odontalgia: Diagnosing pulpal, periapical and periodontal pain. En: Clark J. *Clinical Dentistry*. Philadelphia, Harper & Row

Kuhre A N , Kessler J R 1993. Effect of moisture on the apical seal of laterally condensed gutta-percha. *J Endo* 19 (6): 277-80

Kyomen S , Caputo A , White S 1994. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod* 20: 332-339

LaCombe J S , Campell A D , Hicks L , Pelleu G B Jr 1998. A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques *J Endod* 14(9):445-450

Ladrón De Guevara M ,Moya V 1995.*Toxicología Médica Clínica y Laboral* Madrid: Interamericana Mcgraw-Hill

Lalh M S , Titley K , Tomeck C D , Friedman S 1999. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. *Int Endo J* 32 (6):430-435

Lambrianidis T , Margelos J , Beltes P 1999. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal.*J Endo* 25(2):85-88

Lee K W , Williams M C , Camps J J , Pashley D H 2002. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endo* 28 (10) 684-8

Leonardo M R , Leal J M , Silmoes A P 1973.*Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares*.Cap. 17 Ed.Panamericana.Buenos Aires.

Leonardo M R , Bezerra da Silva L A , Filho M T , Santana da Silva R 1999. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88 (2) : 221-225

Levy G 1992 Limpieza y conformación del conducto radicular con láser Nd:YAG : estudio comparativo. *Endod Vol* 10(2):77-83

Li S J , Zhang S Y , Luo X W , Ding Y F , Zhou W F 2000. Comparison of the effects of acetoxyl and hydroxyl groups on the water- uptake into the cured epoxy resin . *Chemical Journal of Chinese Universities Chinese*. Vol 21. Iss 3.

Limkangwalmongkol S , Abbott P V , Sandler A B 1992.Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. *J Endod* 18 (11):535-9

Limkangwalmongkol S , Burtscher P , Abbott P V , Sandler A B , Bishop B M 1991. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *J Endod* 17(10):495-9

Lin L M , skribner J E , Gaengler P 1992. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endo* 18 (12) : 625-7

Lozano A , Miñana R 2002.Endodoncia rotatoria: Limas Protaper. *Endod* 20 (1):15-27

Luccy C T , Weller R N , Kulild J C 1990. An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques *J Endo* 16 (4) : 170-2

Lucena C , Ferrer C M , González M P , Robles V , Navajas J M 2002. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod* 28 (6):423-6

Lussi A , Imwinkelried S , Hotz P, Grosrey J 2000. Long-term obturation quality using non-instrumentation technology. *J Endo* 26(9):491-3.

Lussi A , Imwinkelried S , Stich H 1999. Obturation of root canals with different sealers using non-instrumentation technology. *Int Endod J* 32(1):17-23

Lussi A , Nussbächer U , Grosrey J, 1994. Nueva técnica no instrumentada para limpiar el sistema de conductos radiculares. *Endod* 12 (1):27-34.

Machtou P 1993. Solventes que pueden emplearse en la eliminación de pastas y cementos de obturación en el retratamiento endodóncico no quirúrgico. *Endod Vol* 11(2):102

McMichen F R S , Pearson G , Rahbaran S , Gulabivala K 2003. A comparative study of selected physical properties of root canal sealers. *Int Endod J* 36(9):629

Maden M , Gorgul G , Tinaz A C 2002. Evaluation of apical leakage of root canals obturated with Nd:YAG laser-softened gutta-percha, System B, and lateral condensation techniques. *J Contemp Dent Pract* 15 (1):16-26

Madison S , Swanson K , Chiles S 1987. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J Endod* 13: 109 -112

Madison S , Wilcox L R 1988. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. *In vivo* study. *J Endod* .14:455-8

Magura M E , Kafrawy A H , Brown C E , Newton C W 1991. Human saliva and coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod* 17(7): 324-31

Malone K H 3rd, Donnelly JC 1997. An in vitro evaluation of coronal microleakage in obturated root canals without coronal restorations. *J Endod* 23(1): 35-8

Mann S R , McWalter G M 1987. Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally and thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 13:10-17

Manogue M , Youngson C C , Martin D M 1994. Influence of age on the extent on the voids in root canals sealed using a cold lateral condensation technique. *Int Endod J* 27(1):11-5

Marciano J , Michalesco P , Abadie M J 1993. Stereochemical structure characterization of dental gutta-percha. *J Endod* 19 (1):31-4

Marciano J , Michalesco P M 1989. Dental gutta-percha:chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications.*J Endod* 15 (4): 149-53

Margelos J , Eliades G , Siskos G , Silkaras S 1989. An analysis of the composition and evaluation of Pb impurities of four root canal sealers, Grossman´s type, made in Greece. *Stomatologia (Athenai)* 46(1): 50-8.

Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G 1997. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endo* 23 (1) : 43-8

Mark J A 1999. *Polymer Data Handbook*. Oxford University Press

Marlin J , Schilder H , 1973 Physical measurements of gutta-percha when subjected to heat and vertical condensation.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 36:82-879

Marshall F J , Massler M 1961. Sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. *J Dent Med* 16:172.

Maseki T , Nakata K , Kohsaka T , Kobayashi F , Hirano S , Nakamura H 1991. Lack of correlation between the amount of eugenol released from zinc oxide-eugenol sealer and cytotoxicity of the sealer. *J Endod* 17(2):76-9

Matsumotot , Ngai T 1987. Factors affecting successful prognosis of root canal treatment. *J Endod* 13(5):239-242

Masters J , Higa R , TORabinejad M 1995. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes.*J Endo* 21 (6):332-4

Mattison G D , Gholston L R , Boyd P 1983. Orthodontic external resorption.Endodontic considerations. *J Endod* 9(6):253-263

McComb D , Smith D C 1976. Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and convencional root canal sealers. *J Endo* 2(8):228-235

McKendry D J , Krell K V 1996. Endodontic Instruments. En: Walton R.E., Torabinejad M .*Principles and practice of Endodontics*. 2nd ed.W.B. Saunders Company. 152-165.

McMurry J 2000. *Organic Chemistry*. 5^a ed. Brooks / Cole Publishing Corporation.

Meryon S D , Brook A M 1990. In vitro comparison of the cytotoxicity of twelve endodontic materials using a new technique. *Int Endod J* 23 (4):203-10

Messer H H , Wilson P R 1996. Preparation for restoration and temporization. En: Walton R.E., Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 2nd .W.B. Saunders Company.

Michailescu P M , Valcarcel J , Grieve A R , Levallois B , Lerner D 1996 . Bacterial leakage in endodontics *J Endod* 22 (10):535-9

Miletic I , Juric S , Anic I , Zeljezic D , Garaj V , Osmak M 2003. Examination of cytotoxicity and mutagenicity of AH 26 and AH Plus sealers. *Int Endod J* 36 (5):330-333

Miletic I , Prpic G , MARSAN T , Tambic A , Plesko S, Karlovic Z , Anic I 2002 .Bacterial and fungal microleakage of AH 26 and AH plus root canal sealers. *Int Endod J* 35(5):428-32.

Miletic I , Anic I , Pezelj S , Jukic S 1999 .Leakage of five root canal sealers. *Int Endod J* 32(5):415-8

Monteiro C , Viti L 2000.Comparative analysis of curved root canal preparation using nickel-titanium instruments with or without EDTA. *J Endod* 26(5):278-280

Moorer W R , Genet J M 1982. Evidence of antibacterial activity of endodontic gutta-percha cones. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol* 53(5):503-7

Moran C A , Mullick K G , Ishak K G , Johson F B , Hummer W B ,1991. Identification of titanium in human tissues ; probable role in pathologic processes. *Hum Pathol.* 22: 450-4.

Moss H D , Allemang J D , Johnson J D 2001. Philosophies and practices regarding the management of the endodontic smear layer: results from two surveys. *J Endo* 27(8): 537-9

Mullaney T P 1979. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 23:593-616

Namazikhah M S , Sullivan D M , Trnavsky G L 2000. Gutta-percha: a look at the need for sterilization. *J Cali Dent Assoc* 28 (6):427-32

Negm M M 1989.The effect oh human blood on the sealing ability of root canal sealers: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 67 (4):449-52

Nguyen N T 1991. Obturation of the root canal system. En: Cohen S., Burns R.C. *Pathways of the Pulp.* 5th ed.St Luois M O .USA : C.V. Mosby. 199-210

Nelson E A , Liewehr F R , West L A 2000. Increased density of gutta-percha using a controlled heat instrument with lateral condensation. *J Endo* 26 (12) : 748-50

O'Brien W J , Craig R G , Peyton F A 1968. capillary penetration around a hydrophobic filling material. *J Pros Dent* 19 : 399-405

Ohara P K , Torabinejad M , Kettering J D 1993. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *End Dent Traumatol* 9:95-100

Oksan T , Aktener B O , Sen B H , Tezel H 1993. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endo J* 26(5):301-305

Oliver C M , Abbott P V 1998. An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha with Ketac-Endo and AH 26. *Aust Dent J* 43(4):262-8

Olmos J L , Cárdenas M L , Dilascio P I 2000. Irrigación de la dentina radicular, " in vivo ", con hipoclorito de sodio y quelantes. Estudio con microscopio electrónico de barrido. *Endod Vol* 18 (4) : 207-214

Organización Mundial de la Salud / World Health Organization, *Distribution And sales*. Geneve. 1987. Epichlorohydrin health and safety guide.

Örstavik D , Nordahl I , Tibballs J E 2001. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* 17(6): 512-9

Örstavik D 1983. Weight loss of endodontic sealers, cements and pastes in water. *Scand J Dent Res* 91: 316-9

Örstavik D 1982. Seating of gutta-percha points: effect of sealers with varying film thickness *J Endo* 8(5):213-218

Oztan M D , Ozgey E , Zaimoglu L , Erk N 2001. The effect of various root canal sealers on India ink and different concentrations of methylene blue solutions. *J Oral Sci* 43 (4):245-8

Pacheco C 1993. Diagnóstico del fracaso del tratamiento de los conductos radiculares. *Endod* 11(2):57-63

Padachey N , Patel V , Santerre P , Cvitkovitch D , Lawrence H P , Friedman S 2000. Resistance of a novel root canal sealer to bacterial ingress in vitro. *J Endo* 26 (11):656-9

Padrós E , Rodríguez J 2002. Cómo obtener un sellado microscópico de las paredes de los conductos radiculares (técnica original). *Rev Eur Odont-Estomatol* Vol 14.Nº 5 :263-274.

Pallarés A , Faus V , Glickman G N 1995. The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 28(5):266-9

Panitvisai P , Messer H H 1995.Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 21: 57-64

Patterson S S 1984.Consideraciones e indicaciones de la cirugía endodóntica. En:Arens D.E., Adams W.R., De Castro R.A. *Cirugía en Endodoncia*.Ed.Doyma.2-12

PateL V , Saanterre J P , Friedman S 2000. Supresion of bacterial adherence by experimental root canal sealers. *J Endo* 26(1):20-4

Pecora J D , Ribeiro R G , Guerisoli D M , Barbizan J V , Marchesan M A 2002. Influence of the spatulation of two zinc oxide-eugenol-based sealers on the obturation of lateral canals.*Pesqui Odontol Bras* 16(2):127-30

Pecora J D , Cussioli A L , Guerisoli D M , Marchesan M A , Sousa M D , Brugnera Jr A 2001. Evaluation of Er: YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. *Braz Dent J* 12(1):27-30

Pérez J 1997.¿Cuándo debemos retratar? Causas del fracaso endodóntico. *Endod* 15(4):202-208

Pesce H F , Medeiros J M 1994. The choise of the master cone:a comparative study. *Braz Dent J* 5 (2): 195-6

Peters L B , Harrison J W 1992.A comparison of leakage og filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. *Int Endo J* 25(6):373-8

Pineda F 1994. Conos de plata en endodoncia. Su desaparición como material de obtuaración. *Rev Eur Odont-Estom* 6 (3):177-180

Pitt T R 1982 The effects of the periapical tissues of bacterial contamination of the filled root canal. *Int Endod J* 15:16-22

Pollard B K , Weller R N , Kulild J C 1990. Standadized technique for linear dye leakage studies : immediate vs delayed immersion times. *Int Endod J* 23 (5):250-3

Pommel L , Jacquot B , Camps J 2001. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod* 27(5): 347-50

Primo E 1994. *Química Orgánica y Aplicada(de la molécula a la industria)*. ed.Reverté, S.A.

Pulgar R , Segura J J , Fernández M F , Serma A , Olea N 2002. The effect of AH 26 and AH plus on MCF - 7 breast cancer cell proliferation *in vitro*. *Int End J* 35(6) : 551

Pumarola J , Berástegui E , Canalda C , Brau E 1991.Estudio del comportamiento de diferentes cepas de *Staphylococcus aureus* frente a los cementos de obturación de conductos radiculares. *Endod* 9(2):73-77

Pumarola J 2002. Compatibilidad entre espaciadores y puntas accesorias en la compactación lateral.Parte I. *Endod* Vol 20 (3):164-172

Pumarola J, Roig M 1996. Obturación de los conductos radiculares. *ROE* 5 (1) :331-336

Pumarola A , Rodríguez A , García Rodríguez J A , Piédrola A 1995. *Microbiología y Parasitología Médica*. 2ª Ed. Barcelona: Masson Salvat Med.

Ray H , Trope M , Buxt P , Switzer S 1993. The influence of various factors on the radiographic periapical status of endodontically treated teeth. *Int End J* Vol 19 (4):326-9

Reader C M , Himel V T , Germain L P ,Hoen M M 1993. Effect of three obturation techniques on the filling of a lateral canals and the main canal.*J Endo* 19 (8) : 404-8

Reeh E , Messer H , Douglas W 1989. reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 15:512-520

Riccio C , Piccirillo P 1989. Critical analysis of the composition of endodontic cements. *Arch Stomatol (Napoli)* 30(4):699-703

Richardson & Lokensgard 2000. *Industria del plástico. Plástico Industrial*. Madrid: International Thomson Publishing Company.

Robertson D C , Leeb I J 1982.The evaluation of a transparent tooth model system for the evaluation of endodontically filled teeth. *J Endod* 8 (7):317-320

Rödig T , Hülsmann M , Mühge M , Schäfers F 2002. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endo J* 35 (11) : 919-923

Rodrigo S B , Ulfohn R , Gani O 1996. Variación del ángulo de curvatura en conductos mesiales de molares inferiores analizando cuatro técnicas de instrumentación en dos grupos etarios. *Endod* Vol 14(4):165-174

Roig M , De Ribot J , Jané L , Canalda C 1996. Estudio de la filtración apical de cuatro cementos de obturación. *Endod* 14(1):21-27

Roig M , Brau E , Canalda C 1994. Innovaciones en el diseño del instrumental manual en endodoncia. *Endod* 12(4):169-173

Rosenberg R J , Torabinejad M 1996. When and how to refer. En: Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of endodontics*. 2nd ed. Pennsylvania:Saunders Company .75-87

Roydhouse R H 1968 Penetration around the margins of restorations: Nature and significance. *J Can Dent Assoc* 34:21-8

Ruddle C 1994. Filling root canals. En: Cohen S., Burns R. *Pathways of the pulp*. 7ª ed. Missouri; Mosby. 285-287

Ruiz De Tremiño P , Kessler F , López J A 1990. Posibilidades terapéuticas en algunas anomalías dentarias. parte I: Dens in dente. *Endod* 8(2):49-59

Saleh I M , Ruyter I E , Haapasalo M , Orstavik D 2002. The effect of dentine pretreatment on the adhesion of root canal sealers. *Int Endo J* 35(10):859-866

Samyn J A , Nicholls J I , Steiner J C 1996. Comparación de instrumentos de acero inoxidable y níquel-titanio en la preparación de conductos radiculares de molares. *Endod Vol* 14(3):120-127.

San Martín J A , Gil J A , Triana R , Garro J 1996. Aportaciones al método de transparentación. *Rev Europ Odont Estomatol Volumen VIII* (4):227-232

SChafer E , ZAndbiglari T 2002. A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 93(5):611-6

Schilder H 1974. Cleaning and Shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 18:269-296

Schilder H 1967. Filling the root canal in three dimensions. *Dent Clin North Am*. 11:723-744

Schilder H, Goodman A , Aldrich A 1985. The thermochemical properties of gutta-percha. Part V. Volume: Changes in bulk gutta-percha as function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 59:285-296

Schneider S W 1971. A comparison of canal preparations in straight and curved canals. *Oral Sug Oral Med Oral Pathol* 32(2):271-275

Schweickl H , Schmalz G , Stimmelmayer H , Bey B 1995. Mutagenicity of AH 26 in an in vitro mammalian cell mutation assay. *J Endod* 21(8): 407-10

Schroeder K P , Walton R E , Rivera E M 2002. Straight line access and coronal flaring: effects on canal length . *J Endo* 28(6):474-6

Schroeder A G 1959. AH 26 ses propriétés et son comportement. *Rev Franc d'Odonto-Stomat.* 6:1134-8

Seltzer S , Bender I B 1990. The dental pulp: Biologic considerations in dental practice. 3rd ed. St. Louis. Ishiyaku Euro America. 127-143

Sen B H , Wesselink P R , Turkun M 1995. The smear layer : a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 28(3):141-8

Serper A , Çalt S 2002. The demineralizing effects of EDTA at different concentration pH. *J Endo* 28(7):501-2

Seymour R B , Carraher Jr CH E 1998. *Polymer Chemistry. An introduction.* Third Ed. Marcel Dekker, Inc. New York

Shelley M Y 1999. En : *Polymer Data Handbook.* Ed. James E. Mark. Oxford University Press. New York. Oxford. pág 90

Silva D , Barzuna M , Oliva R , Ramos J 1994. Evaluación de diferentes técnicas de obturación en endodoncia. *Endod* 12 (3):125-134

Simoës A P 1968. Contribuição para o estudo dos materiais de obturação dos canais radiculares. *Rev Fac Farm Odont* 2(2):295-297

Simons J , Ibáñez B , Friedman S , Trope M 1991. Leakage after lateral condensation with finger spreader and D-11-T spreaders. *J Endod* 17: 101-104

Siqueira J F Jr 2001. Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 34(1):1-10

Siqueira J F Jr , Lima K C , Magalhaes F A , Lopes H P , de Uzeda M 1999. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod* 25(5):332-5

Siqueira J F Jr , Rocas I N , Lopes H P , de Uzeda M 1999. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxyde after exposure to human saliva. *J Endod* 25 (1):14-6

Siqueira J F Jr , Araujo M C , Garcia P F , Fraga R C , Dantas C J 1997. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 23(8): 499-502

Sögren U , Häggglund B , Sundqvist G , Wing K 1991. Factores que afectan a largo plazo los resultados del tratamiento endodóncico. *Endod* 9(1):31-40

Skinner R L ,Himel V T 1987.The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *J Endod* 13: 315.

Smith R S , Weller R N , Loushine R J , Kimbrough W F 2001. Efecto de variar la profundidad de aplicación de calor sobre la adaptabilidad de la gutapercha durante la compactación vertical con calor. *Endod* 19(1):51-57

Smith Jr L O , Cristol S J 1970. *Organic Chemistry*. New York : Reinhold Publishing Corporation

Sobhi M B , Khan I 2003. Penetration depth of nickel titanium and stainless steel finger spreaders in curved root canals. *J Coll Phys Surg Pak* 13(2):70-2

Sousa M D , Marchesan M A , Pecora J D , Junior A B , Silva Y T , Saquy P C 2002. Effect of Er:YAG laser on adhesion of root canal sealers. *J Endo* 28(3):185-7

Spangberg L S , Acierno T G , Yongbum cha B 1989. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod* 15(11) : 548-51

Sritharan A 2002. Discuss that the coronal seal is more important than the apical seal for endodontic success. *Aust Endod J* 28(3):112-115

Stabholz A , Walton R E 1996. Evaluating success and failure. En: Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and Practice of Endodontics*. 2nd ed. W.B. Saunders Company. 324-353.

Stamos D E , Gutmann J L, Gettleman B H 1995. In vivo evaluation of root canal sealer distribution. *J Endod* 21 (4) :177-9

Steward G G 1958. A comparative study of three root canal sealing agents. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol* 11(9):1029-41

Suprabha B S , Sudha P , Vidya M 2002. A comparative evaluation of sealing ability of root canal sealers. *Ind J Dent Res* 13(1):31-6

Swanson K , Madison S , 1987. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth . Part I. Time periods. *J. Endod* 13:56 -60

Taylor J K , Jeansonne B G , Lemon R R 1997. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique ,and sealer. *J Endod* 23(8):508-12

Thornton R , Neilson R (1987), *Organic Chemistry*. Fifth edd. Allyn and Bacon Inc Boston Massachusetts. E.U.A.

Timpawat S , Amornchat C , Trisuwan W R 2001. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod* 27(1):36-9

Tokes L , Juhasz A , Dobo C 1997. Comparative microleakage study of two root canal sealants:hydroxide and zinc oxide eugenol. *Fogorv Sz* 90(10):301-6

Torabinejad M 1994. Passive Step-Back Technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 77:398

Torabinejad M Walton R E 1996. Endodontic emergencies.En : Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of endodontics*.2ed. Pennsylvania: Saunders Company.292-305

Uhrich J M , Moser J B , Heuer M A 1978. The rheology of selected root canal sealer cements. *J Endo* . 4 (12): 373-379

Uranda A , Blum J Y , Esber S , Parahy E , Prado C 1999. A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment *J Endod* 25(3):178-80

Valencia M 1990. Soluciones irrigadoras en endodoncia. *Endo* 8(1):16-21

Van Meerbeek B 2002. Tratamiento restaurador de lesiones en la superficie radicular. *Simposium sobre caries radicular*. Vanguard Grafic S.L. Barcelona

VanGheluwe J , Wilcox L R 1996. Lateral condensation of small, curved root canals:comparison of two types of accessory cones. *J Endod* 22(10):540-2

Vassiliadis L , Liolios E , Kouvas V , Economides N 1996. Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 82(3):315-20

Veis A , Lambrianides T , Nicolaou A , 1996. Area-metric analysis of dye leakage for evaluation of sealing ability of root canal obturation techniques. *End Dent Traumatol* 12(5):222-6

Vire D E 1991. Failure of endodontically treated teeth:Classification and evaluation. *J Endod* 17(7):338-342

Von Fraunhofer J A , Fagundes D K , McDonald N J , Dumsha T C 2000. The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *Int Endod J* 33(4):355-60

Von Fraunhofer J A , Branstetter J 1982.The physical properties of four endodontic sealer cements. *Int Endod J* 23:13-19

Walia H , Brantley W A , Gerstein H 1988. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files.*J Endod* 14:346-351

Walker T L , delRio C E 1991 Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water . *J End* 17:66

Walton R E 1996. Access preparation and length determination. En: Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of Endodontics*. 2nd ed. Pennsylvania: W.B. Saunders Company. 180-200

Walton R E , Rotstein Y 1996. Bleaching discolored teeth: Internal and external. Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of Endodontics*. 2nd. Pennsylvania: W.B. Saunders Company. 385-400

Walton R E , Rivera E M 1996. Cleaning and Shaping. En: Walton R.E., Torabinejad M. *Principles and practice of Endodontics*. 2nd. W.B. Pennsylvania: Saunders Company. 201-230

Walton R E , Johnson W T 1996. Obturation. En: Walton R.E., Torabinejad M *Principles and practice of Endodontics*. 2nd. Pennsylvania: W.B. Saunders Company. 235-256

Walton R E , Torabinejad M 1996. *Principles and practice of Endodontics*. 2nd ed. Pennsylvania: W.B. Saunders Company 52-73

Walton R E 1976 . Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endodont* 2: 304-311

Weine F 2003. Ventajas y desventajas de los instrumentos rotatorios. *XXIV Congreso Nacional de Endodoncia. Valencia*.

Weine F 2003. Evaluación a largo plazo de dientes endodonciados con restauraciones deficitarias. *XXIV Confreso Nacional de Endodoncia. Valencia*

Weine F 1984. The enigma of the lateral canal. *Dent Clin North Am*. 28:833

Weine F 1982. Endodontic therapy. 3rd ed. St Louis: CV Mostby. 2

Weine F , Brantley W A , Gerstein H 1975. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1(8):255-262

Weisman M I 1970. A study of the flow rate of ten root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Patho* 20(2): 255-261

Weller R N , Kock K A 1994. *In vitro* temperatures produced by a new heated injectable gutta-percha system. *Int Endod J* 27:299-303

Wennberg A , Orstavik D , 1990. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. *Int Endod J* 23 (1):13-9

West E S , Todd W R , Mason H S , Van BRuggen J T 1966. Textbook of Biochemistry. 4rd ed.The McMillan Company ,N.Y.

Weston G D , Moule A J , Bartold P M 1999. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection in vitro. *Int Endo J* 32(6):450-8

White J R 1998.Engineering aspects of polymer degradation and stabilization. *Plastics, Rubbers and Composites Processing and Applications*. Vol 27 (3):124-131.

Whitworth J M , Boursin E M 2000. Dissolution of root canal sealers in volatile solvents. *Int Endod J* 33(1):19-24

Wiemann A H , WILCOX L R 1991. In vitro evaluation of four methods of sealer placement . *J Endod* 17(9): 444-7.

Wiener B H , Schilder H 1971 . A comparative study of important physical properties of various root canal sealer: evaluation of setting time.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 32 (5):768-777

Wilcox L R , Wiemann A H 1995 . Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. *J Endod* 21(5): 256-8

Wimonchit S , Timpawat S , Vongsavan N 2002. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J Endo* ,28 (1):1-4

Wolcott J , Himel V T Powell W , Penney J 1997. Effect of two obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *J Endod* 23(10): 632-5

Wong M , Peters D D , Lorton L 1981.Comparison of guttapercha filling techniques, compaction (mechanical), vertical (warm) and lateral condensation techniques. Part I. *J Endod* 7(12):551-8

Wu M K , de Groot S D , Van Der Sluis L W , Wesselink P R 2003. The effect of using an inverted master cone in a lateral compaction technique on the density of the gutta-percha fill. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 96 (3): 345-50

Wu M K , Van Der Sluis L W , Ardila C N , Wesselink P R 2003. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings by three different gutta-percha techniques. *Int Endo J* 36(8):533-40

Wu M K , WEeselink P R , Boersma J 1995. A 1 - year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J* 28:185-189

Wu M K , Weeslink P R 1993. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 26(1):37-43

Wu M K , Fan B , Wesselink P R 2000 a. Leakage along apical root filling in curved root canals. Part II : effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endo* 26(4):210-6

Wu M K , Fan B , Wesselink P R 2000 b. Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. *Int Endod J* 33 (2):121-5

Wu M K , Ozok A R , Wesselink P R 2000. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J.* 33 (4): 340-5

Wu M K , De Gee A J , Wesselink P R , Moorer W R 1993. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 26(4): 203-8

Wu M K , De Gee A J , Wesselink P R 1997. Leakage of AH 26 and Ketac Endo used with injected warm gutta-percha. *J Endo* 23. 331-4

Wu M K , Kast'akova A , Wesselink P R 2001. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod J.* 34 (6): 485-91

Wu M K , Wesselink P R 2001. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 34(2):137-41

Yamaguchi M , Yoshida K , Suzuki R , Nakamura H 1996. Root canal irrigation with citric acid solution. *J Endo* 22: 27-9

Yared G M , Dagher F B , Machtou P 1997. Influence of the removal of coronal gutta-percha on the seal of root canal obturations. *J Endod* 23(3):146-8

Yared G M , Bou F E 1996. Sealing ability of the vertical condensation with different root canal sealers. *J Endo* 22(1): 6-8

Yared G M , Bou F E 1993. Elongation and movement of the gutta-percha master cone during initial lateral condensation. *J Endod* 19(8):395-7

Yared G M , Chahine T I , Bou F E 1992. Master cone apical behavior under in vitro compaction. *J. Endod* 18 (7): 318-21

Yates J L , Hembree J H 1980. Microleakage of three root canal cements : one year study. *J Endod* 6(6):591-593

Yee F S , Marlin J , Krakow A A , Gron P 1977. Three dimensional obturation of the root canal using injection molded thermoplasticized dental gutta-percha. *J Endod* 3:168-74

Youngson C C , Nattress B R , Manogue M , Speirs A F 1995. In vitro radiographic representation of the extent of voids within obturated root canals. *Int Endod J* . 28 (2):77-81

Younis O , Hembree J H 1976. Leakage of different root canal sealants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* . 41 (6) : 777-84

Zabalegui B 1990. Diente endodonciado. Éxito o fracaso. Plan de tratamiento endorrestaurador. *Endod* 8(1):22-6

Zabalegui B , Blanco F , Ruiz De Tremiño P 1994. ¿Se puede detener la reabsorción radicular? Formas clínicas y tratamiento sugerido. *Endod* 12(1):8-16

Zaccaro M F , Antoniazzi J H , Scelza P 2000. Eficacia de la irrigación final. Evaluación con microscopía electrónica de barrido. *Endod* 18(3):166-171

Zaccaro M F , Pinheiro R L D , Santos E M , Marques M M 2001 .Efectos citotóxicos del ácido cítrico al 10 % y del EDTA-T en la irrigación de los conductos radiculares:Un análisis in vitro. *J Endod* 27 (12) :741-3

Zang S Y , Luo X W , Li S J , Zhou W F 1999. A study on the lowering of the water sorption of the epoxy coating using electrochemical impedance spectroscopy. *Acta Chimica Sinica*. 57(3): 329-332

Zhou J M , Lucas J P 1999 a . Hygrothermal effects of the epoxy resin. Part I: The nature of water epoxy. *Polymer* 40 (20): 5505-5512.

Zhou JM , Lucas J P 1999 b . Hygrothermal effects of epoxy resin. Part II Variation of glass transition temperature. *Polymer* 40 (20): 5513-5522.

Zidan O , el Deeb M E , 1985. Use of a dentin bonding agent as a root canal sealer. *J Endod* 11:176

Zmener O , Macri E , Jauré H , Sticco R , Sikorski S , Maga M Y Cols 2003. Análisis de la limpieza de las paredes de conductos radiculares curvos, luego de la instrumentación con diferentes sistemas mecanizados. *Endodo* 21(2):85-89

Zmener O , Perruchino R , Zacarías M 2000. Análisis de la calidad de la obturación endodóncica obtenida por medio de dos técnicas de gutapercha termoplastificada. *Endod* 18(1): 16-21

Zmner O , Spielberg C , Lamberghini F , Rucci M 1997. Sealing properties of a new epoxy resin-based root canal sealer. *Int Endo J* 30(5):332-4

9 RELACIÓN DE MATERIALES E INSTRUMENTOS USADOS

Ácido cítrico 40 % en solución acuosa

Ácido nítrico 5% en solución acuosa

Agitador magnético IKA-Werke (GMBH & Co. KG). Alemania

Aguja 21 G 19/16 ''

Agua desmineralizada

Alcohol etílico 80%, 90%, 100%

Amalcap Plus, plover. Vivadent (AB. Ardent). Suecia

Atacadador liso Martin 182. Alemania

Balanza Sartorius Basic BA 310 P. Alemania

Cámara fotos Nikon SMZ-U. Japón

Conos gutapercha nº 15, 40, 45, 50. Dentsply Maillefer. Tianjin. China

Contraángulo W&H K³ Endo 18:1 Kerr. Austria

Espaciador digital nº 20, 25 mm. Dentsply Maillefer. Suiza

Esterilizador de bolas Zenit. España

Excavador Exe-3 Hu-Friedy. Estados Unidos

Fresa de diamante Horico nº 290. Alemania

Fresas Gates acero inoxidable nº 2,3,4; 32 mm. Dentsply Maillefer. Suiza

Gasas estériles de algodón hidrófilo

Hipoclorito sódico al 4%

Jeringa 60 ml

Limas K Colorinox nº 10; 25 mm. Limas Flexofile nº 15-40; 25mm. Dentsply Maillefer. Suiza

Matraz aforado 100 ml (Supe. Rior). Alemania

Mercurio Proal (Madespa. SA). España

Metil salicilato

Microscopio Nikon Fx-350-x. Japón

Papeles absorbentes nº 40. Dentsply Dental. Tianjin. China

Regla milimetrada

Recipiente análisis clínico

Sellador AH26 sin plata. Dentsply (Konstanz). Alemania

Turbina KaVo. Alemania

