

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
POSGRADO DE ENDODONCIA**

**MANEJO CLINICO DEL TERCIO APICAL
EN LA TERAPIA ENDODONCICA CONVENCIONAL**

**Trabajo especial presentado
ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela por el
Odontólogo Maria T. Bellera
Oviedo para optar al título de
Especialista en Endodoncia**

Caracas, Mayo 2004

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
POSGRADO DE ENDODONCIA**

**MANEJO CLINICO DEL TERCIO APICAL
EN LA TERAPIA ENDODONCICA CONVENCIONAL**

Autor: Od. María Teresa Bellera Oviedo

Tutor: Prof. Lucía Alonzo de Fernández

Caracas, Mayo de 2004

Aprobado en nombre de la
Universidad Central de Venezuela
Por el siguiente jurado examinador:

(Coordinador) Nombre y Apellido

Firma

C.I

Nombre y Apellido

Firma

C.I

Nombre y Apellido

Firma

C.I

Observaciones:-----

Caracas, Mayo de 2004

DEDICATORIA

**A mis padres,
porque son mi orgullo
A mis hermanos,
porque son mi alegría**

AGRADECIMIENTOS

A mis profesoras y madrinas de promoción Mariela Fajardo de Santana, MSc. en Biología Oral y Aurora Lasala de Fernández, especialista en Endodoncia, por su ayuda incondicional y desinteresada en la realización de este trabajo.

A mi tutora Profesora Lucía Alonzo de Fernández, especialista en Endodoncia, por su cariño, paciencia, dedicación y sobretodo, por demostrarme que su placer por la enseñanza no tiene límites.

A la Profesora Olga González, MSc. en Odontología Restauradora, por su empeño en lograr los mejores resultados.

A Rosanna Landa de Bellera, especialista en Endodoncia, quien en todo momento me animó para seguir adelante en el largo proceder de este proyecto.

A Francisco Banchs, MSc, especialista en Endodoncia por su constante ayuda y colaboración.

A Luis Ney Quiterio, especialista en Endodoncia, por sus palabras de aliento y por su interés durante la evolución de este trabajo especial.

A Maria Gabriela Iriza Celis, Odontólogo, por haber sido el más grande de los apoyos durante el posgrado y realización del presente trabajo.

A mis queridos compañeros, Odontólogos Ricardo Polanco, Sandra Briceño, Andrés Alám, Javier Hernández, Sofía Acosta, Tatiana Aguilar y Maria Antonieta D' Paola, porque construimos esta meta juntos y nos apoyamos para obtener el logro que hoy vemos cristalizado.

LISTA DE CONTENIDO

	Página
VEREDICTO APROBATORIO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE GRAFICOS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	2
1. Aspectos histológicos y anatómicos del tercio apical.....	2
1.1 Desarrollo y formación de la raíz.....	2
1.2 Aspectos histológicos de las estructuras que conforman el tercio apical.....	6
1.2.1 Tejido pulpar apical.....	6
1.2.2 Dentina apical.....	11
1.2.3 Cemento Apical.....	12
1.2.4 Unión cementodentinaria.....	15
1.2.5 Ligamento periodontal apical.....	20
1.2.5 Hueso alveolar periapical.....	22
1.3 Aspectos anatómicos relacionados con el tercio apical.....	22
1.3.1 Constricción apical.....	23
1.3.2 Foramen Apical.....	25
1.3.3 Foraminas accesorias.....	31

	Página
1.3.4 Conducto cementario.....	32
1.3.5 Conductos laterales.....	34
1.3.7 Ápice anatómico.....	39
1.3.8 Ápice radiográfico.....	39
2. Manejo clínico del tercio apical durante la preparación y conformación del sistema de conductos radiculares.....	39
2.1 Determinación de la longitud de trabajo.....	39
2.2 Permeabilidad apical.....	45
2.3 Limite apical de la instrumentación del sistema de conductos radiculares.....	47
2.4 Instrumentación del tercio apical.....	56
3. Obturación del tercio apical.....	66
3.1 Limite apical de la obturación.....	66
3.2 Sellado apical.....	69
III. DISCUSIÓN.....	83
IV. CONCLUSIONES.....	85
IV. REFERENCIAS	87

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Vaina radicular epitelial de Hertwig (Magnificación 25X).Tinción:Hematoxilina-Eosina. <i>Tomado de:</i> http://www.dental.upenn.edu/Class/Histology	4
Gráfico 2. Restos epiteliales de Malassez. Tinción Hematoxilina- Eosina. <i>Tomado de:</i> http://www.dental.upenn.edu/Class/Histology	6
Gráfico 3. Cemento a nivel apical que muestra la disposición de los elementos celulares incluidos en lagunas circunscritas. <i>Tomado de:</i> http://www.imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/	15
Gráfico 4. Localización de la unión cemento-dentina localizada a diferentes niveles de la pared del conducto. <i>Tomado de:</i> Ricucci 1998.....	17
Gráfico 5. Muestra de las fibras apicales del ligamento periodontal a nivel del hueso alveolar periapical. Tinción: Plata 40X <i>Tomado de</i> http:// www.usc.edu/hsc/dental/ohisto/Cards/per/12_bb.html .	21
Gráfico 6. Topografía del ápice A. Concepto erróneo. B. dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18 a 25 años. C. de la serie de 55 años en adelante. <i>Tomado de</i> Kuttler, 1955.	28
Gráfico 7. Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electrónico. Foramen situado en posición lateral. <i>Tomado de:</i> Goldberg F., 2002.....	30

	Página
Gráfico 8. Radiografía que muestra claramente a nivel apical la obturación de las ramificaciones terminales que forman un delta apical. <i>Cortesía del Profesor Carlos Bóveda Z.</i>	32
Gráfico 9. Puntos anatómicos del tercio apical. <i>Tomado de Kuttler, 1955</i>	33
Gráfico 10. Microfotografía mediante microscopía de scanner electrónico que muestra la presencia de un conducto lateral. <i>Tomado de Tam, Yu: 2002</i>	35
Gráfico 11. Conducto principal y sus posibles ramificaciones <i>Tomado de Kuttler, 1955</i>	38
Gráfico 12. Recapitulación de la longitud de trabajo con una lima de menor diámetro. A. El remanente dentinario podría acortar la longitud de trabajo y crear un tapón en el conducto. B. recapitulación con una lima de menor diámetro que es capaz de mantener una longitud de trabajo adecuada. <i>Tomado de: Wu, Wesselink, Walton, 2000</i>	47
Gráfico 13. La elección de la constricción apical como limite de los procedimientos parece razonable sin tener en cuenta el tipo de tejido que hacen contacto con el instrumento. <i>Tomado de Ricucci 1998</i>	50
Gráfico 14. Un instrumento insertado en el ápice radiográfico se dirigirá mas allá de los limites del conducto radicular, en las adyacencias del ligamento periodontal. <i>Tomado de Ricucci., 1998</i>	52

	Página
Gráfico 15. Complicaciones encontradas a nivel del tercio apical como consecuencia de las dificultades anatómicas <i>Tomado de Ruddle 2002.....</i>	57
Gráfico 16. Complicaciones encontradas a nivel del tercio apical como consecuencia de las dificultades anatómicas <i>Tomado de Ruddle 2002.....</i>	57
Gráfico 17. Extrusión apical de microorganismos y sus productos durante los procedimientos quimiomecánicos que podrían inducir inflamación perirradicular aguda al reestablecer el balance entre agresión y defensa <i>Tomado de : Siqueira 2003.....</i>	64
Gráfico 18. Imagen de microscopio electrónico de barrido que muestra el stop apical obtenido durante la conformación del conducto de un diente con pulpa necrótica. Cono de gutapercha (G) ajustado (flechas). <i>Tomado de Goldberg 2002.</i>	72
Gráfico 19. Conducto accesorio coronal (flecha) que ha sido rellenado con cemento y gutapercha (Pulp canal sealer®) <i>Tomado de Venturi et al.2003.....</i>	75
Gráfico 20. Presencia de tres conductos laterales (flechas) rellenado con (Pulp canal sealer®) <i>Tomado de Venturi et al.2003.....</i>	75

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla I. Resumen de las distancias (mm) entre el ápice y la constricción en las diferentes topografías descritas y su frecuencia (%). <i>Tomado de Dummer , McGinn , Rees, 1984.....</i>	25
Tabla II. Distancias obtenidas en mm entre el ápice y la constricción apical. <i>Tomado de Dummer , McGinn , Rees,1984.....</i>	25
Tabla III: Recomendaciones de diversos autores para el límite de instrumentación y obturación. <i>Tomado de: Ricucci D. 1998.....</i>	55
Tabla IV. Porcentaje de conductos ovoides a niveles de 1 a 5 mm del ápice radicular. <i>Tomado de Wu et al. 2000.....</i>	66
Tabla V. Resultados obtenidos de la penetración lineal de tinte. <i>Tomado de Beatty et al.1989.....</i>	77

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la terapia endodóncica se basa en el establecimiento de un adecuado diagnóstico y una correcta selección de caso, fundamentados en la concepción de los aspectos biológicos, los cuales, alternados con la tecnología, puntualizan las bases para el correcto desenvolvimiento del tratamiento a seguir según los requerimientos de cada entidad en particular.

Desde el punto de vista clínico, son muchos los factores que influyen en el éxito del tratamiento. El tercio apical, constituye una de las principales consideraciones endodóncicas que ha requerido mayor atención por parte de investigadores y clínicos debido a la complejidad anatómica que caracteriza esta región, lo que representa, en la mayoría de los casos, un inconveniente para el operador.

El objetivo de este trabajo especial de grado es describir el manejo clínico del tercio apical durante la terapia endodóncica convencional, considerando la importancia de los aspectos biológicos y mecánicos, así como la influencia de nuevos conceptos y consideraciones en el manejo de esta zona.

II. REVISION DE LA LITERATURA

1. ASPECTOS HISTOLÓGICOS Y ANATÓMICOS DEL TERCIO APICAL

1.1 Desarrollo y formación de la raíz

Los estadios del desarrollo radicular y los tipos de tejido presentes en el ápice, son temas de gran relevancia para el endodoncista, ya que estos se encuentran íntimamente relacionados con los aspectos histológicos del tercio apical, los cuales se evidencian desde el mismo momento en que el órgano dental forma a partir de las células cilíndricas del epitelio dental interno y células cúbicas del epitelio dental externo, la vaina radicular epitelial de Hertwig, estructura responsable de la formación de la raíz dentaria.^(16,92,112,114) Esta determinará el tamaño y la forma de la raíz o raíces del diente. Posteriormente, las células de la capa interna inducen la diferenciación de las células del tejido conjuntivo hacia odontoblastos y se deposita la primera capa de dentina.⁽¹⁷⁾

La diferenciación de los odontoblastos y la formación de dentina siguen al alargamiento de la vaina radicular. Al mismo tiempo, el tejido conjuntivo del saco dentario que la rodea,

prolifera y divide a la capa epitelial en una malla de bandas continuas ^(113,115)

Una vez formada la vaina radicular epitelial de Hertwig, se inicia rápidamente la formación de la raíz y luego se fragmenta. Posteriormente, la corona del diente comienza a crecer y se aleja de la base ósea de la cripta, y la vaina se halla en realidad creciendo dentro del maxilar inferior. Debido a los cambios establecidos por el crecimiento, esta estructura se estira, aunque hay división celular dentro de ella; luego se fragmenta para formar una red fenestrada alrededor del diente.⁽⁷⁴⁾ (Gráfico 1)

Tan pronto como se mineraliza la primera capa de la matriz de la dentina, las células mesenquimáticas del saco dental se mueven hasta hacer contacto con la dentina recién formada. Estas células se diferencian en cementoblastos y depositan la matriz del cemento en la dentina radicular.⁽¹⁷⁾

Al completarse la formación de la raíz, la vaina radicular se dobla finalmente hacia adentro en cada lado para formar el diafragma epitelial. Esta estructura marca el límite más inferior de la raíz y envuelve el agujero apical primario, que es la

abertura por la que entran y salen nervios y vasos sanguíneos de la cámara pulpar.⁽⁹³⁾



Gráfico 1. Vaina radicular epitelial de Hertwig (flecha) (Magnificación 25X).Tinción:Hematoxilina-Eosina. Tomado de:

<http://www.dental.upenn.edu/Class/Histology/TEETH1.HTML>

Ocasionalmente, las células de la vaina radicular quedan adheridas a la superficie dentinaria, y se pueden diferenciar hacia ameloblastos completamente funcionales a nivel de las regiones cervicales y en las furcaciones de la raíz, dando como resultado la formación de “perlas del esmalte”. Así mismo, si se rompe la continuidad de la vaina o si esta no se establece antes de la formación de la dentina, sobreviene un defecto en la pared

dentinaria de la pulpa. Tales defectos se encuentran en el piso pulpar correspondiente a la bifurcación o en cualquier punto de la raíz si la fusión de las extensiones horizontales del diafragma se conserva incompleta. Esto explica el desarrollo de conductos radiculares accesorios sobre la superficie periodontal de la raíz.⁽⁹⁵⁾

El remanente epitelial no desaparece por completo al comenzar la dentinogénesis. Algunas de estas células permanecen en el ligamento periodontal, siendo conocidas como “*Restos epiteliales de Malassez*”; los cuales persisten cercanos a la superficie radicular y se presentan como fuente de revestimiento de los quistes periapicales (radiculares) que se forman como reacción a la inflamación crónica de la pulpa o tejido subyacente. Es interesante hacer notar que en cortes longitudinales los restos aparecen como grupos aislados de células, pero en cortes tangenciales aparecen como una red fenestrada casi continua.^(17,74,93,95,113) (Gráfico 2)

Ten Cate⁽¹¹³⁾ demostró por métodos histoquímicos, que los restos epiteliales contienen enzimas oxidativas específicas, así como también la presencia de glicógeno dentro de estos restos celulares. La Interpretación de la presencia de tales sustancias

indica un metabolismo que requiere poca energía. Así se descuenta la funcionalidad de estos restos en el ligamento periodontal adulto.

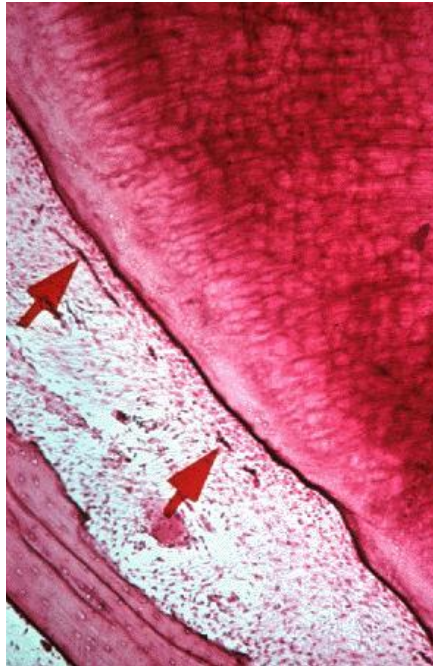


Gráfico 2. Restos epiteliales de Malassez (25X). Estos remanentes persisten en los tejidos, rodeando la raíz del diente por largos periodos de tiempo, posterior a la erupción del diente. Tinción Hematoxilina- Eosina. Tomado de: [http:// www.dental.upenn.edu/Class/Histology/TEETH1.HTML](http://www.dental.upenn.edu/Class/Histology/TEETH1.HTML)

1.2 Aspectos histológicos de las estructuras que conforman el tercio apical

1.2.1 Tejido pulpar apical

El tejido pulpar apical difiere en su estructura del tejido pulpar coronario; este último se compone principalmente de

tejido conectivo celular y escasas fibras colágenas; mientras que el tejido pulpar apical es más fibroso y contiene menos células.⁽⁹³⁾

En el área cercana al foramen apical, los odontoblastos aparecen como una capa de células planas, a diferencia de la porción coronal de una pulpa joven, donde los odontoblastos adoptan una forma columnar alta, cuyo cuerpo mide 35Um aproximadamente. Del mismo modo, se evidencian menos túbulos dentinarios por unidad de área en la raíz que en la corona del diente, y los cuerpos celulares de los odontoblastos son menos compactos y pueden extenderse lateralmente.^(17,93)

De manera similar, la capa odontoblástica de la pulpa muestra variaciones de la corona al ápice. Los odontoblastos varían de aspecto; el citoplasma suele ensancharse y ser mas conspicuo en la zona apical que en la zona coronaria.⁽¹⁷⁾

Histoquímicamente, se evidencian grandes concentraciones de glicógeno⁽⁸⁹⁾, condición compatible con la presencia de un medio anaeróbico. Por otra parte, se ha demostrado que el tejido pulpar apical contiene altas concentraciones de mucopolisacáridos ácidos sulfatados.⁽¹³⁰⁾

El tejido fibroso de la porción apical del conducto radicular es idéntico al del ligamento periodontal. Esta estructura fibrosa parece actuar como una barrera contra la progresión apical de la inflamación pulpar. Sin embargo, en las pulpitis parciales o totales, generalmente no se produce la completa inhibición de la inflamación de los tejidos periapicales.⁽⁹⁴⁾.

Del mismo modo, cabe destacar que el tejido pulpar apical contiene los vasos sanguíneos y los nervios que entran a la pulpa. La pulpa dental está irrigada por un número de vasos sanguíneos que se originan en los espacios medulares del hueso que rodea al ápice radicular. No obstante, ocasionalmente, el ancho de todos los vasos parece ser similar al de los capilares.^(17, 25,113)

Reader y Foreman⁽⁸³⁾ investigaron las características ultraestructurales de la inervación intradental en la región apical de la pulpa humana a través de microscopio electrónico de transmisión. Se determinó que los nervios dentales apicales fueron cualitativamente similares a otros nervios periféricos. Así mismo, determinaron que la mayoría de los nervios mielínicos estaban agrupados circunferencialmente en el centro de la pulpa apical mientras que los nervios dentales amielínicos

estaban distribuidos alrededor de los axones mielinicos en el centro del paquete nervioso, aunque fueron aislados otros en la periferia.

Las microangiografías revelan que a medida que los vasos sanguíneos entran al foramen apical, la arteria apical se divide casi de inmediato en varias arterias principales o centrales. Los vasos sanguíneos, están rodeados por grandes nervios medulares que también se ramifican después de entrar en la pulpa. A medida que los vasos sanguíneos logran el centro de la pulpa, se ramifican y comienzan a ensancharse.⁽⁹³⁾

La íntima relación de la sangre y los nervios que irrigan la pulpa y el ligamento periodontal, proporciona un fundamento para la interrelación de la pulpa y la enfermedad periodontal. Un proceso inflamatorio o degenerativo que afecte el aporte sanguíneo del ligamento periodontal puede afectar el aporte sanguíneo a ciertas porciones de la pulpa.⁽²⁵⁾

Mendoza *et al.*⁽⁶⁶⁾ describieron los cambios ultraestructurales en los vasos sanguíneos y tejido conectivo a nivel del tejido pulpar apical de dientes clínicamente diagnosticados con pulpitis irreversible. Los resultados demostraron que hubo variaciones

individuales, con cambios degenerativos de moderados a severos dentro de estos vasos, así como en el tejido conectivo del tejido pulpar apical en condiciones clínicas de pulpitis irreversible. Un dramático incremento del número de vesículas se vió presente en las células endoteliales.

Del mismo modo, se observó el incremento de lípidos y del número de mitocondrias y ribosomas. Los cambios en el estroma del tejido conectivo evidenciaron mineralización del colágeno en 5 de los especímenes, así como también incremento en el número de mitocondrias de los fibroblastos.⁽⁶⁶⁾

Ya que el aporte nervioso es similar tanto para la pulpa como para el ligamento periodontal, una inflamación periodontal puede producir un dolor similar a un dolor de diente causado por una pulpitis. Las fibras tisulares, en su mayoría, son de naturaleza colágena, y tienen un gran aporte vascular el cual se diferencia del tejido pulpar.⁽⁹⁵⁾

Mientras que el tejido apical tiene una vascularización de tipo colateral, el tejido pulpar tiene un solo terminal. Esta es una consideración importante en la cicatrización de lesiones periapicales cuando se compara la incapacidad del tejido pulpar

a resistir lesiones y daños severos causado por problemas inflamatorios. El aporte nervioso es autonómico cuando las fibras nerviosas son provenientes del ganglio cervical superior y fibras sensoriales de la segunda y tercera rama del nervio trigémino.⁽²⁵⁾

Es importante hacer hincapié en que el plano de división del tejido pulpar del ligamento periodontal, no está bajo el completo control del operador, especialmente cuando se usan sondas barbadas para extirpar la pulpa. De cualquier forma, la separación puede producirse en el conducto radicular o aun más allá del foramen apical, en alguna zona del ligamento periodontal.⁽⁷¹⁾

1.2.2 Dentina apical

La dentina producida por los odontoblastos a nivel apical, no es tan tubular como la dentina coronaria, de hecho, es más amorfa e irregular.⁽⁹³⁾ Esto hace que la permeabilidad de la dentina a este nivel sea mas reducida, ya que los tubulos dentinarios son los canales principales para la difusión de los líquidos a través de la dentina.^(17,93) Esta configuración se ha logrado demostrar a través de cortes microscópicos y de barrido en estudios de dentina humana.

En un estudio realizado por Pashley *et al.*⁽⁷⁸⁾, se demostró que la permeabilidad de la dentina radicular es mucho mas baja que la de la coronal. Esto se atribuyó a un descenso en la densidad de los tubulos dentinarios desde alrededor de 42.000/mm² en la dentina cervical, hasta 8.000/ mm² en la radicular. Estos investigadores observaron que el movimiento de líquidos a través de la dentina radicular externa era aproximadamente de un 2% del observado en la dentina coronal.

Nalbandian *et al.*⁽⁷⁰⁾, examinaron la dentina radicular esclerótica de los dientes humanos, a través de la microrradiografía de secciones muy delgadas y por medio del microscopio electrónico de secciones descalcificadas, encontraron que la mineralización secundaria de esta dentina estaba caracterizada por un periodo prolongado de aposición de cristales a una distancia considerable de las células pulpares.

1.2.3 Cemento Apical

Desde el punto de vista morfológico, se pueden diferenciar dos tipos de cemento a lo largo de la raíz del diente; el celular, que se encuentra en el tercio apical y el acelular, que es encontrado a nivel de dentina en los tercios cervical y medio.^(17, 25,113) Sin embargo, hay variaciones en el patrón de

distribución del cemento, y hay capas de cemento acelular y celular que alternan, a menudo de modo aparentemente aleatorio.⁽¹¹³⁾ (Gráfico 3)

Debido a su continua aposición, se ha establecido que el cemento ejerce ciertas funciones directamente relacionadas con la endodoncia, como compensar la cantidad de esmalte y dentina que se pierde debido a fuerzas oclusales e interproximales, ayudar a: la erupción pasiva de los dientes en dirección mesio-oclusal, al restablecimiento de fracturas oblicuas u horizontales y al restablecimiento de lagunas de resorción de dientes permanentes en casos de lesiones periapicales o traumatismos; ejecutar una obliteración biológica del foramen apical luego del tratamiento endodóncico, ya que con el tiempo, la acumulación continua de cemento apical tras la obturación del conducto radicular va aumentando la distancia entre dicha unión y el ápice radicular.⁽¹⁷⁾

Skillen⁽¹⁰⁶⁾ en el año de 1932, destaca la importancia de la permeabilidad del cemento en el pronóstico del diente cuando la infección se desarrolla en el área periapical. Así mismo, destaca la presencia de células y corpúsculos cementoides en el área

apical; los cuales deben recibir nutrientes, que llegan al cemento a través del ligamento periodontal.

Del mismo modo, se ha establecido que a nivel del cemento apical se producen una serie de cambios compensatorios según las fuerzas que actúan sobre el diente, provocando un cambio constante en la morfología apical. Debido a las tensiones funcionales, el cemento del tercio apical es más grueso, presentando una laminación irregular, a veces bastante celular.⁽¹⁾

Altman *et al.*⁽³⁾ en observaciones histológicas del ápice radicular, determinaron que el nivel en que el tejido pulpar se encontraba completamente circunscrito por cemento presentaría una variación desde 110 micrones a 1,016 micrones coronal al ápice. En cada diente, la iniciación apical de la circunscripción cementaria fue observada hacia un nivel más coronal. Por otro lado, se ha constatado que la aposición del cemento es mayor en la porción apical del diente y tiende a disminuir en las porciones medias y coronarias.⁽¹⁰⁰⁾

Seltzer *et al.*⁽⁹⁵⁾ determinaron que el cemento presentaba capas espesas alrededor de las raíces de algunos dientes; en cambio, en otros, se evidenciaba solo una capa delgada. El

promedio de medidas del espesor de cemento en la región mas ancha del tercio apical fue de 0,15 a 1,02 mm, con un promedio de 0,464 mm. Sin embargo, el promedio de espesor fue observado solo en 6 dientes (10,2%). El espesor de cemento perirradicular no siempre parece estar relacionado con alguna función o causa conocida. En algunos dientes, la aposición de cemento fue tan profusa que el foramen apical se mostró prácticamente obliterado.

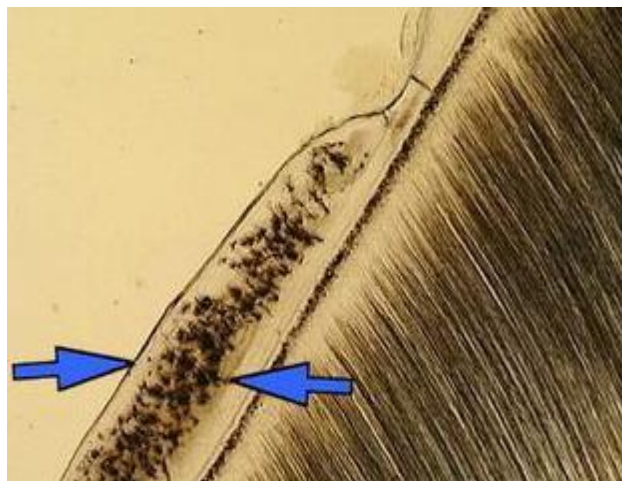


Gráfico 3. Cemento a nivel apical que muestra la disposición de los elementos celulares incluidos en lagunas circunscritas. *Tomado de:* [http:// www imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/](http://www.imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/)

1.2.4 Unión cemento-dentinaria

Es la región donde se unen la dentina y el cemento, el punto en el cual termina la superficie de cemento en el vértice de un

diente o cerca de él.⁽³⁸⁾ Sin embargo, es importante destacar que esta unión representa un punto de referencia histológico que no puede localizarse de manera clínica o radiográfica.⁽⁴⁸⁾

Kuttler⁽⁵⁵⁾, definió la unión cemento dentinaria como el punto donde el cemento se une al conducto dentinario. En análisis posteriores realizados en esta investigación, demostró que la localización de la unión cemento dentinaria estudiada sobre la base de la longitud de la extensión del cemento en el conducto, presentaba una extensión de X508 Um y X343 Um en los lados derechos e izquierdos, respectivamente, en secciones de cortes histológicos de personas de edades comprendidas entre 18-25 años. En personas mayores de 55 años estos valores fueron X802 Um y 619 Um para los lados derechos e izquierdos, respectivamente.

Coolidge⁽¹⁸⁾ estableció que la localización de la unión cemento-dentina podría ser muy variable; y del mismo modo, ser considerada como ayuda en los parámetros de determinación del límite apical para la remoción de tejido, preparación y obturación del sistema de conductos radiculares. De manera similar, Langeland⁽⁵⁸⁾ afirma que la unión cementodentinaria no siempre coincide con la constricción apical. (Gráfico 4)

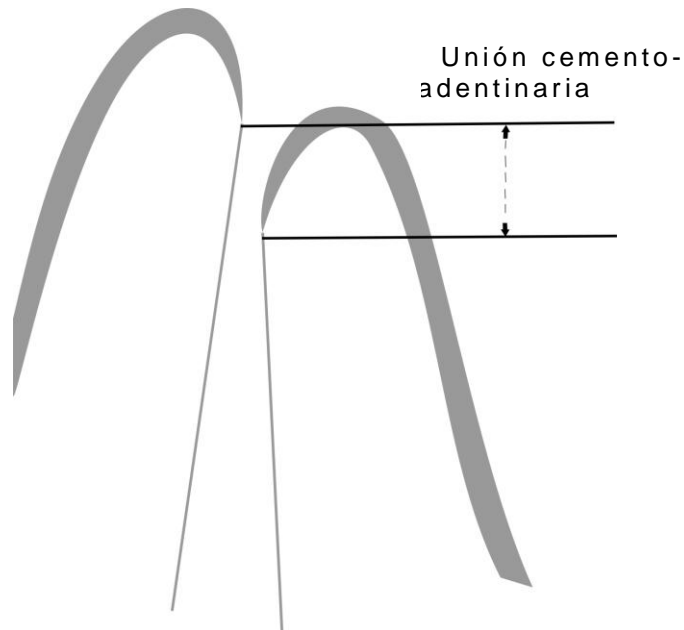


Gráfico 4. La unión cemento-dentina esta localizada a diferentes niveles de la pared del conducto y no coincide con la constricción apical. *Tomado de: Ricucci 1998.*

Dummer *et al.*⁽²⁸⁾ estudiaron todos los grupos dentarios y concluyeron que la distancia desde el foramen apical a la unión cemento-dentina fue extremadamente variable, mostrando un rango de 2,68mm en incisivos superiores (longitud máxima) a 2,18 mm para caninos superiores (longitud mínima).

Aguadé⁽¹⁾ demostró histológicamente que la aposición de cemento en el área apical se reducía a nivel del diámetro del conducto cementario; mas no así en la unión cemento-dentina, localizada en la porción mas estrecha del conducto cementario.

La forma de la unión cemento-dentina no es exactamente redonda debido a que el cemento no alcanza la misma longitud ni el mismo grosor en todas las superficies dentro del conducto cementario. Harrán Ponce y Vilar Fernandez⁽⁴⁸⁾ evaluaron histológicamente la longitud del conducto cementario desde el foramen hasta la unión cemento-dentina-conducto, así como el diámetro del foramen apical y la constricción apical.

Se analizaron 18 dientes anteriores superiores (6 incisivos centrales, 5 laterales y 7 caninos) de pacientes en edades promedio de 42 años, donde se observaron 269 secciones histológicas analizadas bajo microscopio óptico. Los resultados establecieron que la mayor extensión de cemento dentro del conducto fue observada en los caninos, disminuyendo en los incisivos laterales y aun más en los incisivos centrales.⁽⁴⁸⁾

La gran variabilidad de las medidas obtenidas en la longitud del cemento hasta la unión cemento-dentina-conducto (CDC) y

los diferentes diámetros de la constricción apical, permitieron concluir que la utilización de dichos puntos como referencias para determinar el límite apical ideal no son fiables, ya que es imposible su localización clínica.⁽⁴⁸⁾

Saad *et al.*⁽⁹⁰⁾ determinaron la localización de la unión cementodentinaria en premolares inferiores de pacientes egipcios y sauditas mediante estudios histológicos que permitieron la medición de dicha unión, en un plano paralelo a lo largo de la pared axial del diente desde la superficie externa del ápice radicular hasta la superficie mesial y distal del conducto. Los resultados de las muestras obtenidas de los 122 dientes (68 egipcios y 54 sauditas) indican que la unión cementodentinaria de las secciones egipcias fueron de 0 a 2mm (media + SD =0,9+0,4mm) a nivel mesial del conducto y 0,2-2,5mm (media + SD =1,0+0,5mm) a nivel distal.

En los pacientes sauditas se logró determinar que la unión cementodentinaria arrojó un promedio de 0,5 a 1,2 mm (media+ SD=0,8+0,3mm) a nivel mesial y 0,6 a 0,9 (media +SD =0.7+0.4mm) a nivel distal. Por lo tanto, se concluye que la localización de la unión cementodentinaria varía entre pacientes egipcios y sauditas y que no se muestra un punto fijo de

determinación de tal estructura entre poblaciones de diferentes países.⁽⁹⁰⁾

En resumen, la distancia entre el foramen apical y la unión cemento-dentina estará influenciada por muchos factores tales como: aposición continua de cemento, la cual, en parte estará influenciada por la edad o procesos de resorción así como también, por trauma, movimientos ortodóncicos o enfermedad periodontal. En consecuencia, la posición del foramen apical y de la unión cemento-dentina no presenta una localización espacial específica. El foramen apical puede estar localizado en cualquier punto de la superficie radicular mientras que la unión cemento dentina podría estar localizada a 3mm por encima del ápice radiográfico.^(15,44,55)

1.2.5 Ligamento periodontal apical

El ligamento periodontal apical constituye un área importante, debido a que, al igual que el resto de su estructura, cuenta con un gran número de células, vasos, nervios, fibras y sustancia fundamental, razón por la cual, presenta una gran capacidad de promover cicatrización y sellado biológico del foramen apical por aposición de cemento.⁽¹¹³⁾ El tejido fibroso del ligamento periodontal apical, en su mayoría de naturaleza

colágena, muestra un rico aporte vascular el cual lo diferencia del tejido pulpar. (Gráfico 5)

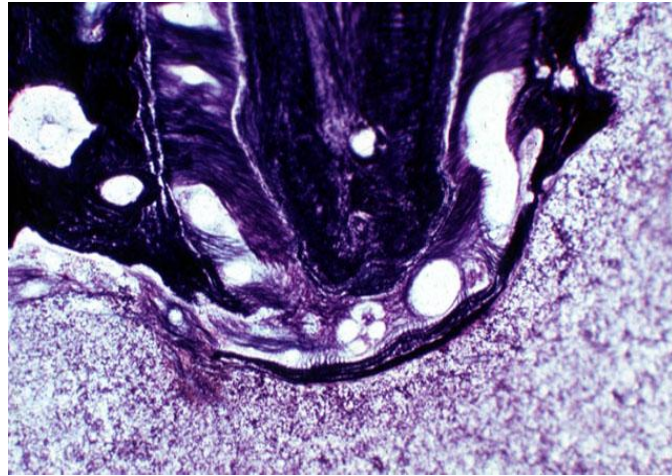


Gráfico 5. Muestra de las fibras apicales del ligamento periodontal a nivel del hueso alveolar periapical. Tinción: Plata 40X
Tomado de www.usc.edu/hsc/dental/ohisto/Cards/per/12_bb.html

Se han identificado 5 tipos de células en el ligamento periodontal apical, entre las cuales destacan: células de defensa, células epiteliales derivadas de la vaina epitelial de Hertwig, células mesenquimatosas indiferenciadas las cuales tienen un papel de suma importancia en los procesos de cicatrización, células clásticas, como cementoclastos y osteoclastos, responsables de los procesos de resorción.⁽¹³⁰⁾

Del mismo modo, es importante destacar que el ligamento periodontal apical presenta un tipo de vascularización colateral, mientras que el tejido pulpar solo presenta uno terminal. Esto representa una consideración importante en la cicatrización de lesiones periapicales.⁽¹⁸⁾

1.2.6 Hueso alveolar periapical

El hueso alveolar, consta de dos regiones distintas: una capa externa de hueso compacto, la lamina dura, en el cual el ligamento periodontal esta anclado, es de tipo fibroso y tiene numerosas perforaciones para el paso de fibras nerviosas y vasos sanguíneos; y una zona interna de hueso esponjoso cuya cantidad varia en diferentes lugares.⁽²¹⁾ Resulta interesante destacar que a diferencia de la dentina, el hueso que rodea al ligamento periodontal permite una mayor liberación de la presión que la que presenta el tejido pulpar durante una reacción inflamatoria. Esto explica el porqué la inflamación de la pulpa es mas dolorosa que la inflamación en el ligamento periodontal.⁽⁷⁴⁾

1.3 ASPECTOS ANATÓMICOS RELACIONADOS CON EL TERCIO APICAL

La anatomía apical del sistema de conductos radiculares juega un papel muy importante para el entendimiento de los

principios del tratamiento endodóncico.^(1,34,38,43,96) Existen diversas opiniones con respecto a la configuración anatómica del tercio apical. Cada una de estas, ajustadas a los resultados de los estudios realizados.

1.3.1 Constricción apical

Kuttler⁽⁵⁵⁾ señala que el diámetro más estrecho del conducto no se encuentra en el punto de salida del mismo, sino que suele localizarse en la dentina, justo antes de las primeras capas del cemento dentario. El autor denomina a este punto como el *diámetro menor del conducto*, aunque actualmente se utiliza con más frecuencia el término de *constricción apical*.

A través de su estudio microscópico de los ápices radiculares, este autor confirma que en la zona de unión entre el conducto dentinario y el conducto cementario (límite C-D-C: conducto-dentina-cemento) existe una constricción que mide en promedio 224 micrómetros en los jóvenes y 210 micrómetros en adultos.⁽⁵⁴⁾ (Gráfico 6)

Mizutani *et al.*⁽⁶⁷⁾ investigaron la porción anatómica apical del conducto radicular en 30 incisivos centrales superiores, 30 laterales superiores y 30 caninos superiores de pacientes en

edades comprendidas entre 11 y 73 años. En este estudio el diámetro vestibulo-lingual desde el ápice radicular a la constricción apical de incisivos centrales, laterales y caninos; arrojó un promedio de 0,425mm, 0,369mm y 0,375mm respectivamente y la distancia vertical entre el ápice y la constricción apical fue de 0,863 mm, 0,825 mm y 1,010 mm respectivamente. Por otro lado, se logró determinar que el ápice radicular coincidió con el foramen principal en un 16,7% de los incisivos centrales y caninos, mientras que en los incisivos laterales en un 6,7%.

Chapman⁽¹⁹⁾ observó la morfología de los últimos 3 mm del conducto radicular en secciones de cortes en dientes anteriores y reportó que un 83% de los conductos mostró una constricción apical de tipo circular. Así mismo, notó que la mayoría de las constricciones (92,5%) fueron encontradas entre 0,5mm y 1mm del ápice.

Dummer *et al.*⁽²⁸⁾ mediante el estudio de 270 dientes humanos extraídos, evaluaron la distancia entre el ápice y la constricción. La distancia entre estas fue de 0,89 mm. (Tabla II) Del mismo modo, concluyeron que la topografía de la constricción nunca fue constante, razón por la cual, señalaron

cuatro tipos: A. constricción tradicional o sencilla, B. constricción con la porción mas estrecha cerca del ápice actual, C. tipo multiconstricción, D. la constricción es seguida por una porción estrecha y paralela al conducto. (Tabla I)

Tipo	Media	Promedio	%
A	1,07+0,55	0,09-2,69	46
B	0,52+0,34	0,06-1,33	30
C	1,08+0,59	0,20-2,25	19
D	1,14+0,59	0,67-2,68	5

Tabla I. Resumen de las distancias (mm) entre el ápice y la constricción en las diferentes topografías descritas y su frecuencia (%). Tomado de Dummer , McGinn , Rees, 1984.

Tipo de diente	Media	Promedio
Incisivos superiores	0,85+0,55	0,09-2,68
Incisivos inferiores	0,79+0,55	0,07-2,66
Caninos superiores	0,84+0,51	0,20-2,18
Caninos inferiores	0,95+0,50	0,13-2,38
PM superiores	0,95+0,64	0,07-2,44
PM inferiores	0,99+0,57	0,20-2,69

Tabla II. Distancias en mm obtenidas entre el ápice y la constricción apical. Tomado de Dummer , McGinn , Rees, 1984.

1.3.2 Foramen Apical

Kuttler⁽⁵⁵⁾ a través de cortes transversales de raíces, observó la anatomía microscópica del ápice en cuanto a su

dirección, forma, diámetro y localización. Posteriormente, definió el foramen apical como una circunferencia en forma de túnel o cráter que diferencia la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz.

Este autor diseñó un estudio que incluyó 268 dientes extraídos de cadáveres divididos en 2 grupos, el primero de edades comprendidas entre 18 a 25 años y el segundo en edades de 55 o más años; Los resultados obtenidos mostraron que un 32% de las raíces de los dientes de la primera serie estudiada, presentaban el centro del foramen apical localizado en el vértice apical o en el centro y, generalmente seguido por la pared axial del conducto; en los dientes de la segunda serie la coincidencia del centro del foramen y el vértice o centro del ápice fue encontrado en un 20%; mientras que en el 68% restante de las raíces en la primera serie, el foramen se mostró fuera o hacia el centro o vértice del ápice.⁽⁵⁵⁾

Se ha establecido que el promedio de distancia entre el vértice o el centro apical y el centro del foramen es de 495 micrones en personas jóvenes y de 607 micrones en personas mayores de 55 años; el promedio del diámetro del foramen en

jóvenes es de 502 micrones y de 681 micrones en personas de edad avanzada.⁽⁵⁵⁾

Del mismo modo, se ha determinado que el diámetro del foramen se incrementa con la edad por la aposición de nuevas capas de cemento. (Gráfico 6) El promedio del diámetro del foramen en el grupo de 18 a 25 años mostró un mayor diámetro vestibulo-lingual que mesio-distal, así como también el grupo de 55 años o más. Del mismo modo se determinó que el menor diámetro del conducto radicular es encontrado usualmente en la dentina justo antes de la porción cementaria.⁽⁵⁵⁾

Para Green⁽⁴⁴⁾ el diámetro más estrecho (0,30mm) fue encontrado en incisivos, caninos y segundos premolares inferiores, mientras que el mas ancho (0,65mm) fue encontrado en la raíz distal de los molares inferiores. Del mismo modo, describió las diversas formas del foramen apical como circular, ovalado, asimétrico, o en forma de reloj de arena en la raíz distal de los molares inferiores, afirmación que posteriormente sería considerada por otros autores.⁽⁵²⁾ De manera similar, reportó un porcentaje de desviación del foramen de un 69,3% para dientes anteriores y 50,0% para dientes posteriores.

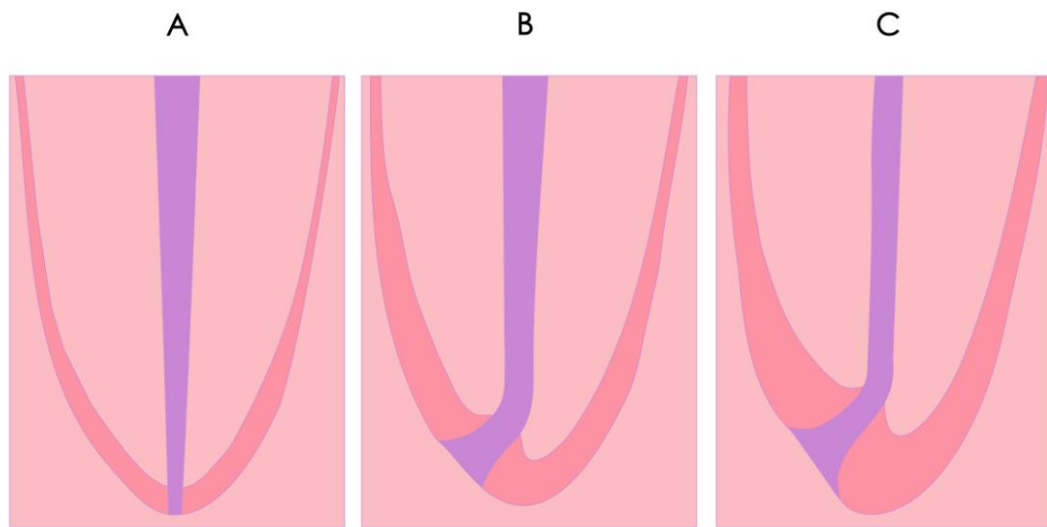


Gráfico 6. Topografía del ápice A. concepto erróneo. B. dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18 a 25 años. C. de la serie de 55 años en adelante. *Tomado de Kuttler, 1955.*

Palmer *et al.*⁽⁷⁶⁾ describieron a través de un estudio en 40 dientes extraídos seleccionados al azar, la localización del foramen en el conducto. Instrumentos de menor calibre fueron insertados en los conductos hasta hacer resistencia, para posteriormente ser radiografiados. Los resultados obtenidos indican que en 20 muestras, la lima se extendió al menos 1 mm más allá de la superficie apical. Incluso, en algunos casos, el instrumento se extendió en más de 2,5mm. Se concluyó que a través del examen radiográfico no es posible determinar cuando el foramen apical no coincide con el ápice anatómico.

Burch y Hulen⁽¹⁵⁾ examinaron 877 dientes para determinar frecuencia, dirección y distancia de la desviación del foramen al ápice anatómico radicular. En dicho estudio la desviación tuvo un promedio de un 92,4%, dependiendo del diente examinado. Se determinó que el promedio de la desviación fue de 0,59 mm entre el ápice anatómico y el foramen apical.

Melius *et al.*⁽⁶⁵⁾ determinaron la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico mediante un estudio comparativo de visualización radiográfica y digital en 30 dientes monoradiculares. En las radiografías digitales, la distancia entre la punta del instrumento y el centro del ápice radiográfico fue medida directamente a través de un software computarizado, mientras que en las películas convencionales, la distancia fue medida bajo magnificación estereomicroscópica de 10X con regla milimetrada calibrada. La distancia obtenida fue de 0,494 mm para radiografías convencionales y 0,594 para radiografías digitales.

Estos resultados concuerdan con la concepción de que la longitud de trabajo endodóncica debe terminar a 1 mm del ápice radiográfico, debido a que la pequeña diferencia expresada no refiere significancia clínica alguna.⁽⁶⁵⁾

La importancia de ciertos factores en la determinación de la longitud del conducto radica en el conocimiento de la longitud normal en cada diente en particular, radiografías preoperatorias, sensibilidad periodontal apical a la instrumentación y la percepción táctil de la constricción a nivel del foramen apical.⁽⁴⁴⁾

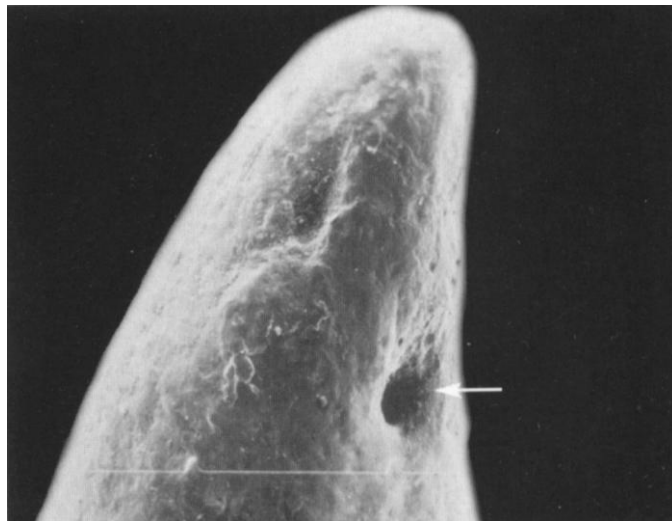


Grafico 7. Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electronico. Foramen situado en posición lateral (flecha).
Tomado de: Goldberg F., 2002.

Las observaciones de Harrán Ponce y Vilar Fernández⁽⁴⁸⁾ reportaron un promedio de mayor diámetro del foramen para los incisivos laterales superiores (X519,21 Um +31,49) y un menor diámetro para los incisivos centrales superiores (X353,98Um +18,79).

1.3.3 Foraminas accesorias

Exámenes histológicos con cortes seriados de raíces, evidencian la presencia frecuente de foraminas accesorias.⁽⁴⁹⁾ Kramer⁽⁵³⁾ visualizó por medio de su técnica de inyección vascular, anastomosis entre los vasos de los conductos radiculares principales. En ciertos casos, el ancho de las foraminas accesorias se evidenció extremadamente pequeño, permitiendo solo la presencia de vasos de un calibre de menor diámetro.

Pucci y Reig⁽⁸²⁾ afirman que en el momento en que se va a alcanzar la apertura apical, un conducto puede dividirse en dos o mas ramas, teniendo cada una el mismo o casi el mismo diámetro. Este sistema, correspondiente a un “delta apical” lo definieron como “un complejo anatómico el cual está constituido por múltiples terminaciones de distintos conductos que alcanzan el foramen apical, formando un delta de ramas terminales”.(Gráfico 7)

El mayor porcentaje de ramificaciones se observa entre los 20 y 40 años, mientras que en dientes monoradiculares, se ha comprobado una disminución de esas ramificaciones entre los 40 y 55 años; en los dientes multiradiculares aumenta durante ese

mismo periodo.⁽⁶³⁾ Este segmento anatómico significa, quizás, el mayor problema histopatológico, terapéutico y de pronóstico de la endodoncia actual.⁽⁶⁾



Gráfico 8. Radiografía que muestra claramente a nivel apical la obturación de las ramificaciones terminales que forman un delta apical. *Cortesía del Profesor Carlos Bóveda Z.*

1.3.4 Conducto cementario

De acuerdo con Kuttler,⁽⁵⁶⁾ el conducto radicular está dividido en una larga porción cónica de dentina y en una corta porción de cemento en forma de túnel. La porción cementaria o *conducto cementario* generalmente tiene la forma de un cono invertido con su diámetro mas estrecho en o cerca de la unión cementodentinaria y su base en el foramen apical.

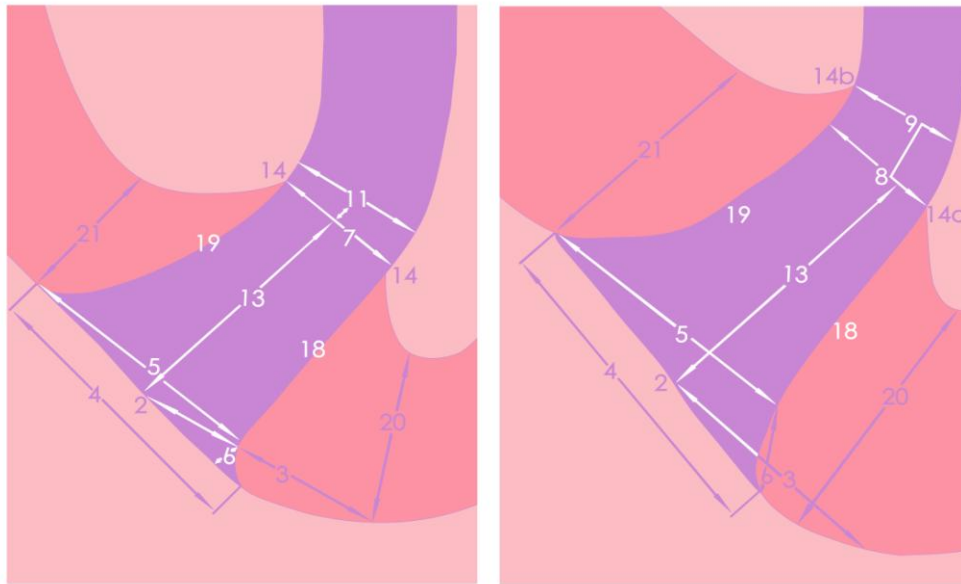


Gráfico 9: 1. vértice o centro apical. 2. centro del foramen. 3 distancia entre el vértice o centro apical al centro del foramen. 4. diámetro del foramen. 5. diámetro foramen-conducto. 6. desnivel de los diámetros. 7 diámetro del conducto a la altura de los puntos de unión cemento-dentina-conducto (CDC) que se encuentran al mismo nivel. 8. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC distante. 9. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC cercano. 11. ubicación del diámetro menor del conducto (42%). 13. distancia entre el centro foraminal y el diámetro mas estrecho del conducto. 14,14^a,14^b puntos de unión entre el cemento, dentina y conducto. 18. grosor del cemento del lado derecho del conducto. 19. grosor del cemento del lado izquierdo del conducto. 20. grosor del cemento derecho en su rápido adelgazamiento. 21. grosor del cemento izquierdo en su rápido adelgazamiento. *Tomado de Kuttler, 1955*

No obstante, en ocasiones, el cemento termina directamente sobre la dentina del ápice; aunque a veces, el cemento se extiende por una distancia considerable dentro del conducto radicular, revistiendo la dentina de una manera irregular. Las variaciones suceden especialmente en los dientes afectados periodontalmente o aquellos que hayan sido sometidos a fuerzas ortodóncicas.⁽⁵⁶⁾

El conducto dentinario no sigue la misma vía del conducto cementario, ya que este último se desvía en diferentes ángulos en relación a él. Esto ocurre como resultado de la adaptación del diente a algunas influencias funcionales como la lengua, presión oclusal y movimientos mesiales.⁽⁵⁵⁾

1.3.5 Conductos laterales

Durante la formación de la vaina de la raíz, se produce una pequeña brecha como consecuencia de la interrupción de la continuidad de la vaina. Cuando esto sucede, no tiene lugar la dentinogénesis; el resultado es la formación de un pequeño conducto accesorio entre el saco dental y la pulpa.⁽¹⁷⁾

Hess⁽⁴⁹⁾ examinó bajo microscopio óptico series de 50 secciones de dientes, 48 mostraron conductos laterales a nivel

apical con morfología y disposición diferente. En estas investigaciones, el autor hace especial referencia de la raíz mesio-vestibular de los molares superiores como los dientes que muestran mayor porcentaje de conductos laterales a nivel apical.

Seltzer⁽⁷⁰⁾ afirma que la presencia de éstos, en dientes con pulpas enfermas permite un intercambio de productos inflamatorios de desecho entre el espacio pulpar y los tejidos perirradiculares que puede influir en el resultado del tratamiento del conducto radicular y en la conservación de la salud periodontal.



Grafico 10. Microfotografía mediante microscopía de scanner electrónico que muestra la presencia de un conducto lateral. *Tomado de Tam, Yu: 2002*

La presencia de conductos laterales en las áreas de bifurcación de los molares esta bien probada y su incidencia es alta. En un 59% de los molares se encuentran conductos laterales permeables en el tercio coronal o medio.⁽¹⁹⁾

Kuttler⁽⁵⁶⁾ propuso una nomenclatura sobre la anatomía de los conductos radiculares en la que prevalece la definición de estructuras a nivel del tercio apical. (Gráfico 11.) *Conducto lateral*: surge del conducto principal y se dirige lateralmente, casi perpendicular del conducto principal al espacio periodontal en el cual desemboca. *Conducto colateral*: Emerge del conducto principal, ligeramente paralelo a el y corre a lo largo de la raíz desembocando en un pequeño agujero individual y su diámetro es menor que el del conducto principal. *Conducto secundario*: tiene su origen en el conducto principal, generalmente a nivel del tercio apical de la raíz, se dirige oblicuamente hacia el ápice y termina en el espacio del ligamento periodontal. *Conducto accesorio*: Se refiere al tipo de conducto que deriva de un conducto secundario y desemboca individualmente. *Conducto interrecurrente*: Es el conducto de pequeño diámetro, corto y en número variable que intercomunica al conducto principal con otro similar o con un conducto colateral.

Nicholls⁽⁷¹⁾ resaltó la importancia de los conductos laterales en la prevalencia de lesiones laterales radiculares al evaluar 228 conductos, durante un periodo promedio de 6 meses en un lapso de 4 años. Del número de conductos estudiados, con evidencia radiográfica de destrucción alveolar obvia, debido a la enfermedad pulpar, 10 de estos (4,4%) estuvo asociado a lesión radicular debido a la presencia de conductos laterales.

De Deus⁽²³⁾ mediante un estudio de 1.140 dientes humanos extraídos, correspondientes a la dentición permanente, investigó la frecuencia, localización y dirección de conductos laterales, secundarios y accesorios. En un 27,4% de los dientes estudiados se demostró la presencia de conductos laterales, secundarios y accesorios. Estas ramificaciones laterales fueron localizadas con mayor frecuencia en el área apical (17,0%).

Cabe destacar que en las bifurcaciones y trifurcaciones de las áreas de los premolares y molares estudiados, un 2,3% mostraron conductos laterales que emanaron desde el conducto principal. Así mismo, ningún conducto lateral fue observado a nivel de la cámara pulpar. Los conductos secundarios fueron localizados en frecuencia de un 16,4%, mientras que en los conductos accesorios se evidenció la frecuencia de un 0,6%.⁽²³⁾

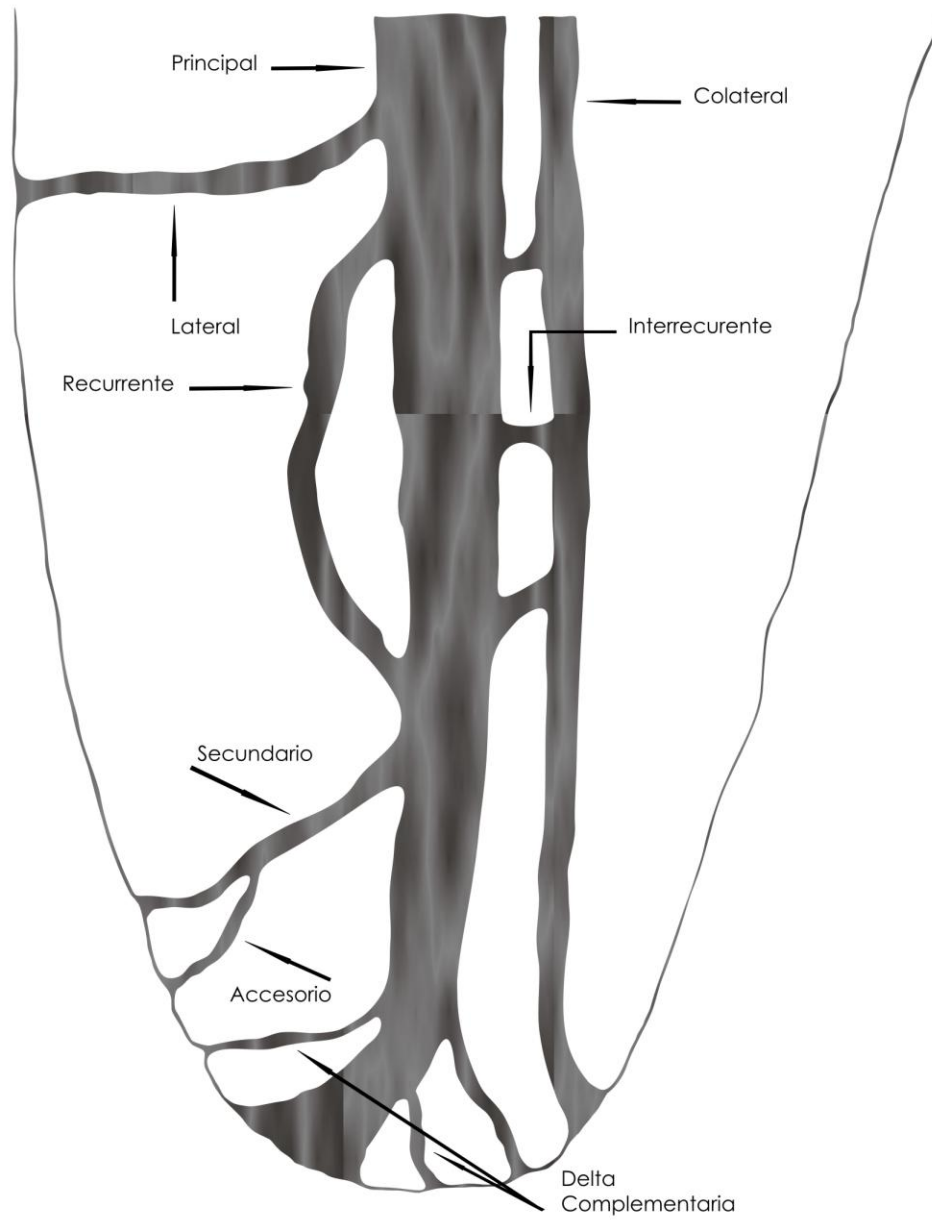


Gráfico 11. El conducto principal y sus posibles ramificaciones.
Tomado de Kuttler 1955

Altman *et al.*⁽³⁾ estudiaron 20 incisivos centrales superiores hasta 2,5 mm del ápice, mediante radiografías y cortes histológicos seriados. Las observaciones radiográficas indicaron que solo 6 dientes presentaban conductos accesorios, mientras que el estudio histológico reveló 15 muestras con conductos accesorios a nivel del tercio apical. En 14 dientes se visualizó entre 1 y 4 conductos accesorios y en un diente detectaron más de 20 forámenes apicales separados. Concluyeron afirmando que el estudio radiográfico para diagnosticar la presencia de los conductos accesorios no es confiable.

1.3.6 Ápice anatómico

Es el extremo de la raíz determinado morfológicamente.⁽⁴⁰⁾

1.3.7 Ápice radiográfico

Es la punta o extremo de la raíz determinado morfológicamente en la radiografía.⁽⁴⁰⁾

2. MANEJO CLÍNICO DEL TERCIO APICAL DURANTE LA PREPARACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

2.1 Determinación de la longitud de trabajo

Es la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto en el que terminará la preparación y obturación del

conducto. Esta medida limita la profundidad de la penetración de los instrumentos y determina el proceso de conformación del conducto radicular.⁽⁴⁰⁾

Para muchos investigadores, la constricción apical es considerada como el punto final apical ideal para la instrumentación y obturación en el tratamiento endodóncico,^(35,85) debido a que más allá de la constricción, el conducto se amplía y desarrolla un mayor flujo vascular. Por tanto, desde una perspectiva biológica, la constricción es el punto más importante para finalizar la preparación del conducto ya que la existencia del riego sanguíneo funcional controla el proceso inflamatorio.

Según Olson *et al.*⁽⁷³⁾ dentro de la región apical de la raíz, existen dos medidas diferentes que son consideradas importantes durante la determinación de la longitud de trabajo; estas son la distancia comprendida entre el ápice al foramen apical y la distancia entre el foramen apical y la constricción del conducto.

Otros autores recomiendan utilizar la constricción apical como el punto que marca la longitud de trabajo, porque implica que el término de la preparación se localiza en el diámetro mas

estrecho del conducto. Esta preparación de la conformación ayuda a optimizar el sellado apical cuando se obtura el conducto.^(3,16,41) Sin embargo, muchos investigadores han llevado a cabo estudios para la determinación de la longitud de la superficie radicular mediante el método radiográfico^(15,18,40,71,73,107).

Desafortunadamente, la localización y forma de la constricción apical es variable y no es radiográficamente detectable.^(13,33) El ligamento periodontal se utiliza habitualmente para identificar la terminación apical . Este punto incluye la parte del conducto que se extiende mas allá de la constricción y como consecuencia, las técnicas rutinarias añaden cierto error.⁽¹³⁾

Vande Voorde y Bjorndahl⁽¹¹⁶⁾ en un estudio de 101 dientes anteriores, observaron que la longitud del diente fue magnificada en un 5,4% usando la técnica radiográfica de cono paralelo. Estos autores concluyeron que esta técnica puede ser utilizada como una guía confiable en la predeterminación de la longitud de trabajo.

Por su parte, Fava y Siquiera⁽³⁵⁾ afirman que las constantes variaciones que ocurren a nivel del ápice radicular durante el

transcurrir del tiempo y la imposibilidad de una visualización directa del foramen apical, hacen que la localización radiográfica sea un desafío durante la determinación de la longitud de trabajo. Del mismo modo, refieren que la observación en dos dimensiones de un objeto tridimensional limita en gran medida la correcta interpretación de la dirección del foramen y longitud del conducto radicular.

EIAyouti *et al.*⁽³⁰⁾ estudiaron la frecuencia de la sobreinstrumentación con una longitud de trabajo radiográfica aceptable en 91 dientes extraídos. Los resultados evidenciaron la sobreinstrumentación del foramen apical en premolares en un 51% de los casos, mientras que en molares se observó en un 22%. En dientes anteriores no hubo hallazgos de sobreinstrumentación. Estos resultados sugieren que en premolares y en molares una longitud de trabajo radiográfica de 0 a 2mm por encima del ápice radiográfico, suministra, con mas frecuencia de lo previsto, una base para la sobreinstrumentación no intencional.

En la actualidad, el uso de los localizadores electrónicos de ápice, ha brindado mayor eficacia y precisión en la determinación de la longitud de trabajo. La base científica de estos se originó

con las investigaciones realizadas por Suzuki en 1942. Su investigación in vivo en perros utilizando corriente directa descubrió que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal tenía un valor constante de 6,5 kilohms.⁽⁵¹⁾

La utilización de dos corrientes alternadas de frecuencias diferentes, detectan la diferencia máxima en los valores de impedancia asociados a diversas frecuencias (altas 8 kilohms y bajas 400 kilohms en los localizadores de generación actual). Con la penetración de la lima, en dirección apical, la discrepancia entre los valores de impedancia comienza aumentar y será máxima en la constricción apical.⁽⁵¹⁾

EIAyouti *et al.*⁽³¹⁾ evaluaron mediante un estudio in vitro el uso del localizador de ápice Root ZX® (J.Morita, JP) al reducir la frecuencia de la sobrestimación de la longitud de trabajo en conductos de premolares que demostraron radiográficamente una longitud de trabajo aceptable. Concluyeron que las medidas de longitud de trabajo obtenidas mediante el examen radiográfico produjeron una sobrestimación de un 51%, mientras que con el empleo de localizador se redujo el porcentaje de sobreestimación en un 21%. Por lo tanto, los autores recomiendan mediante los

resultados del presente estudio, que la complementación de ambos elementos pueden ser bastantes efectivos para evitar la sobrestimación en el foramen apical de premolares.

El método táctil es otra alternativa sugerida para la determinación de la longitud de trabajo.^(50,51) Un minucioso estudio de la anatomía apical pone de manifiesto dos hechos que permiten la identificación táctil; el conducto no reabsorbido suele estrecharse antes del punto de salida de la raíz y por otra parte, el conducto tiende a cambiar su curso en los últimos 2-3mm. La sensibilidad manual es capaz de detectar un cambio repentino en la presión necesaria para mantener el movimiento.⁽²⁰⁾

Seidberg *et al.*⁽⁹²⁾ reportaron exactitud en un 64% utilizando la sensación táctil digital. Sin embargo, se ha descrito que si los conductos se ensanchan previamente, un experto podía detectar la constricción apical en un 75% de los casos.⁽⁹⁸⁾ Mientras que en condiciones donde los conductos no se ensanchaban previamente, solo se podía determinar la constricción apical mediante sensación táctil en un tercio de los casos.⁽⁷³⁾

Por otra parte, en casos en que se ha perdido la constricción apical debido a resorción o perforación, la humedad o la sangre

en la punta de papel representa una estimación del grado en que la preparación está sobreextendida.⁽⁴⁸⁾

2.2 Permeabilidad apical

Durante la instrumentación, el remanente pulpar y dentinario puede bloquear el acceso al tercio apical, incrementando la posibilidad de la formación de escalones, desviación y perforación. En 1989, Buchanan⁽¹⁴⁾ estableció que el bloqueo a este nivel puede ser evitado durante la instrumentación, usando una lima de pasaje, la cual define como “una lima flexible #10 ó #15 que debe ser llevada de forma pasiva a través de la constricción apical sin ensancharla”. En este concepto de lima de pasaje, el instrumento es llevado a 1mm más de su longitud de trabajo original.

Goldberg y Massone⁽⁴²⁾ determinaron el desplazamiento producido a nivel del foramen apical por el uso de limas de acero inoxidable y de níquel titanio #10,#15,#20 y #25 como limas de pasaje. Concluyeron que el desplazamiento del foramen apical fué detectado en 18 de los 30 especímenes y no se evidenciaron diferencias significativas entre estos grupos.

El tapón de virutas dentinarias en la zona apical se sugiere para impedir la sobreobtención del conducto, y al menos, en conductos no infectados, parece ser compatible con los tejidos periapicales. Safavi *et al.*⁽⁹¹⁾ examinaron la reacción del tejido periapical al tapón de virutas de dentina y si ese tapón puede actuar como una barrera biocompatible entre el tejido periapical y el material de obturación del conducto. Los autores concluyeron a través de su investigación que la respuesta del tejido periapical a la presencia de virutas de dentina fue generalmente favorable.

Wu *et al.*⁽¹²⁴⁾ establecen que la recapitulación de la longitud de trabajo solo podría mantener esta medida, más no así, remover el remanente dentinario, que es capaz de crear un tapón mas allá de la longitud de trabajo. (Gráfico 12)

Cailleteau y Mullaney⁽¹⁶⁾ evaluaron la prevalencia de la enseñanza de la permeabilidad apical en las escuelas de odontología de los Estados Unidos de América mediante encuestas realizadas en 53 facultades de este país. 48 de 53 escuelas dentales respondieron a las encuestas. Se determinó que en un 50% de las facultades se maneja el concepto de

permeabilidad bajo premisas desde el punto de vista teórico y práctico tanto en estudiantes como en egresados.

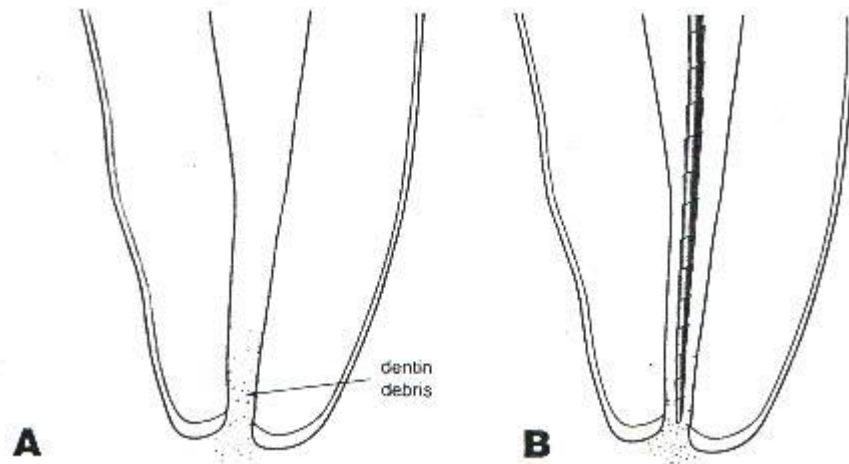


Gráfico 12. Recapitulación de la longitud de trabajo con una lima de menor diámetro. A. El remanente dentinario podría acortar la longitud de trabajo y crear un tapón en el conducto. B. recapitulación con una lima de menor diámetro que es capaz de mantener una longitud de trabajo adecuada. *Tomado de Wu, Wesselink, Walton, 2000.*

2.3 Limite apical de la instrumentación del sistema de conductos radiculares

El límite apical de la instrumentación del sistema de conductos radiculares es uno de los aspectos más controversiales en la terapia endodóncica. Durante décadas, este

punto ha sido y continua siendo, un t3pico de discusi3n entre especialistas de la endodoncia.

En una pulpitis, las bacterias se encuentran, por lo general, limitadas a la c3mara pulpar. La instrumentaci3n a nivel apical bajo estas condiciones, consiste en remover el tejido no infectado y configurar la forma del conducto. Un punto favorable para la terminaci3n de la instrumentaci3n a nivel apical sol3a ser 2 o 3 mm del 3pice, m3s que 0 a 2mm. Este principio, (pulpectom3a parcial) fue originalmente propuesto por Davis⁽²¹⁾ en 1922, quien sugiri3 la preservaci3n de la pulpa a nivel apical.

Siguiendo esta teor3a, algunos autores⁽⁴¹⁾ obtuvieron buenos 3ndices de 3xito en sus reportes. Por lo tanto, las evidencias cl3nicas y biol3gicas indican que para casos de pulpa vital no resulta necesario que la terminaci3n de los procedimientos se encuentren limitados a una cercan3a absoluta del tercio apical.⁽⁹⁴⁾

Weine⁽¹¹⁹⁾ sugiere la instrumentaci3n hasta la uni3n cemento-dentina. As3 como Nguyen⁽⁷²⁾, quien de manera similar indica la uni3n cemento-dentina como el l3mite de la preparaci3n. Otros autores han establecido que durante la instrumentaci3n es mejor no aproximarse m3s de 0,5-1mm del 3pice radiogr3fico;

Incluso, afirman que se debería, en cualquiera de los casos, finalizar la obturación a 0,5mm del ápice radiográfico.

Ingle,⁽⁵¹⁾ estableció que el diámetro mas estrecho del foramen apical fue localizado a nivel de la unión cemento-dentina, el cual, fue regularmente encontrado a 0,5mm de la superficie externa de la raíz. Es así, como el autor afirma que limitando la instrumentación a 0,5mm del término radiográfico se podrá mantener una apertura apical adecuada. La sobrextensión de la instrumentación y el traslado de productos tóxicos desde la raíz a los tejidos periapicales deberán evitarse.

Ricucci⁽⁸⁵⁾ comparó las diversas tendencias entre diferentes autores y conceptos en cuanto al límite de la instrumentación y sobreobturación (Tabla IV). Algunos autores sugirieren elegir una longitud de trabajo menor a 0,5mm en dientes con pulpa necrótica, mientras que en casos de dientes con pulpa vital, recomiendan una reducción adicional de 0,5mm, es decir, 1mm menor a la longitud de trabajo correspondiente. Del mismo modo, otros hacen referencia sobre el establecimiento de un tope apical localizado entre 0,5mm y 1 mm del ápice (Gráfico 13).

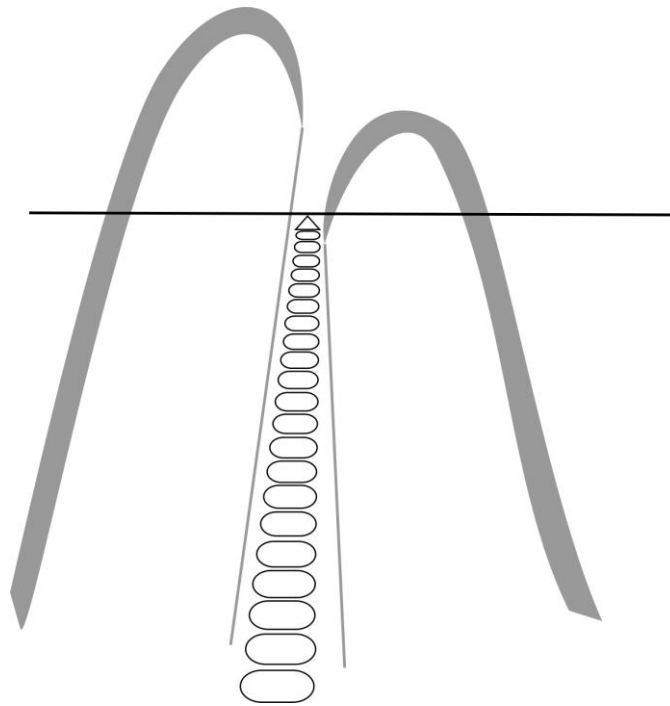


Gráfico 13. La elección de la constricción apical como limite de los procedimientos parece razonable sin tener en cuenta el tipo de tejido que hace contacto con el instrumento. *Tomado de Ricucci 1998.*

Langeland⁽⁵⁸⁾ establece que el aspecto clínico de mayor controversia radica en que no hay distancia exacta entre el ápice radiográfico y la constricción apical, debido a que existen muchas variaciones entre una raíz y otra. Histológicamente, demostró que la unión cemento-dentina, no coincidía con la constricción apical, ya que ésta se presenta en muchas oportunidades mas alta (en una pared que la otra), y por ende, no coincidente con la constricción apical.

En las pulpitis, las bacterias se encuentran generalmente limitadas a nivel de la cámara pulpar. En estos casos, el punto de terminación favorable para la instrumentación y para formar un tope apical es de 2 a 3mm menos con respecto al ápice, en vez de 0 a 2mm⁽⁹⁾.

Harrán Ponce y Vilar Fernández⁽⁴⁸⁾ aseguran que para el éxito del tratamiento endodóncico, la instrumentación y obturación a nivel apical deberán ser efectuadas en la unión cemento-dentina-conducto (CDC). Del mismo modo, hacen mención sobre la importancia la constricción apical y el foramen apical. El conocimiento por parte del clínico de estos puntos anatómicos le permitiría un mayor respeto a los tejidos apicales y periapicales.

Por su parte, Stringberg⁽¹⁰⁹⁾ estudió 775 dientes tratados endodóncicamente, con un seguimiento clínico de 10 años posterior al tratamiento, donde, a través de observaciones clínicas y radiográficas, demostró que el mayor índice de éxito de los tratamientos endodóncicos realizados, fueron obtenidos cuando la obturación terminaba a 1 mm del ápice radiográfico.

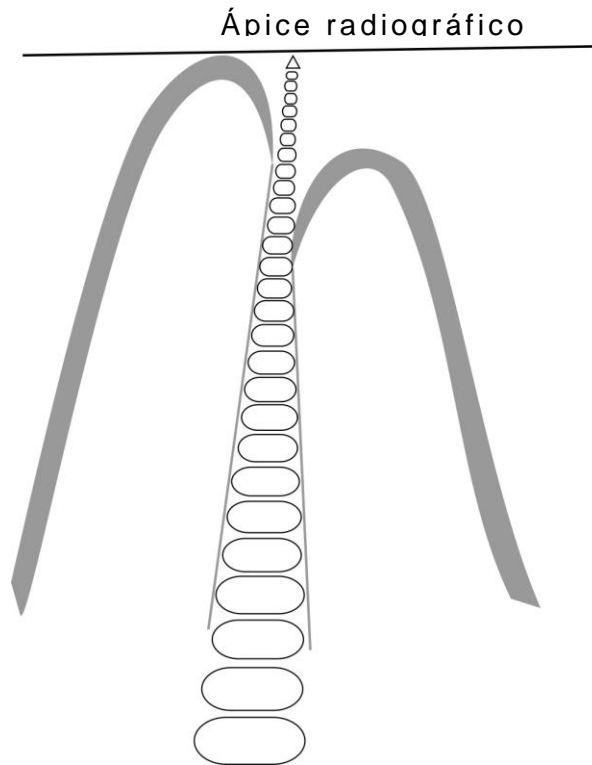


Gráfico 14. Un instrumento insertado en el ápice radiográfico se dirigirá más allá de los límites del conducto radicular, en las adyacencias del ligamento periodontal. *Tomado de Ricucci., 1998*

Muchos estudios histológicos, basados en biopsias del ápice y tejido periapical adyacente o de dientes extraídos a periodos de tiempo variables, seguidos del tratamiento endodóncico, han confirmado las observaciones de estudios realizados por Davis,⁽²¹⁾ quien bajo las bases de los estudios de Hess, fue el primero en sugerir el cuidado del tejido apical durante la terapia endodoncia como un requerimiento para el éxito.

Seltzer *et al.*⁽⁹⁸⁾ realizaron un estudio de 27 dientes humanos y 24 dientes de monos libres de caries. Luego se procedió a la extirpación pulpar de los conductos en 12 dientes de cada uno de los grupos. Estos fueron instrumentados de 2 a 10mm antes de llegar al ápice. Dicha medida fue obtenida mediante imagen radiográfica. En 15 dientes humanos y en 12 dientes de mono, los conductos fueron instrumentados varios milímetros más allá de los ápices radiculares.

Se evidenció que la reacción de los tejidos posterior a la instrumentación donde no se llegó al ápice se mostró menos severa que aquellas reacciones en la cual la instrumentación se realizaba más allá del ápice.⁽⁹⁸⁾

Bergenholtz *et al.*⁽⁷⁾ realizaron una investigación clínica y radiográfica durante un periodo de dos años en 410 pacientes para determinar el efecto de la sobreinstrumentación y sobreobtención apical en conductos radiculares retratados. Concluyeron que si se producía una instrumentación a través del ápice radicular y posteriormente una sobreobtención, la frecuencia de una completa regeneración a nivel apical disminuiría significativamente. Así mismo se destacó la completa

regeneración de lesiones periapicales en aquellos casos donde la sobreinstrumentación y sobreobturación no ocurría.

Gutierrez *et al.*⁽⁴⁶⁾ evaluaron el comportamiento de dientes humanos con patología periapical luego de la sobreinstrumentación y sobreobturación del sistema de conductos radiculares mediante microscopía electrónica de barrido, para la determinación del potencial de riesgo de dolor post-operatorio y agudizaciones en el tratamiento de conductos infectados.

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que existía la presencia de bacterias adheridas a las estrías de los instrumentos que fueron introducidos en tales dientes, así como también en los ápices radiculares, sobretodo, alrededor del foramen apical principal.⁽⁴⁶⁾

Se observaron bacterias firmemente adheridas a lagunas de resorción, a pesar de que los ápices presentaban grandes cambios incluyendo fracturas y escalones. El grupo control, que consistió en 10 dientes humanos con pulpa vital, también fue sobreinstrumentado y sobreobturado; en este no se observaron bacterias en los ápices radiculares.⁽⁴⁶⁾

Autor	Limite ideal	Limite practico de instrumentación	Modificaciones en casos de pulpa necrótica	Sobreobtusión
Weine (1982)	Unión cemento-dentina (constricción apical)	1mm del ápice radiográfico	0.5mm cortos adicionales (1.5 del ápice)	----- -----
Nguyen (1985)	Unión cemento-dentina	-----	-----	----- -----
Guldener (1985)	----- _	1 mm del ápice radiográfico	0.5mm mas larga (0.5 mm del ápice)	----- -----
Pecchioni (1983)	----- --	0.5-1mm del ápice radiográfico	Sobreobtusión aceptada	Ligera sobreobtusión sin relevancia
Seltzer et al. (1968)	----- --	Instrumentación y obturación cortas	-----	No aceptadas
Langeland (1967)	Constricción apical	Constricción apical	No diferencias entre procedimientos	No recomendable
Schilder (1967, 1976, 1987)	----- --	Termino radiográfico del conducto	No diferencias entre procedimientos	No relevante

Tabla III: Recomendaciones de diversos autores para el límite de instrumentación y obturación. *Tomado de: Ricucci D. 1998.*

Wildey y Senia⁽¹²²⁾ explican que no se debe instrumentar el foramen apical debido a la anatomía y el comportamiento de los

instrumentos en el conducto. Así mismo apuntan que si la intención fuera limpiar el conducto a nivel del foramen, se requeriría una lima #60 en promedio. Esta medida de instrumento destruiría la constricción apical natural, la cual es de un #30 en promedio de las serie ISO.

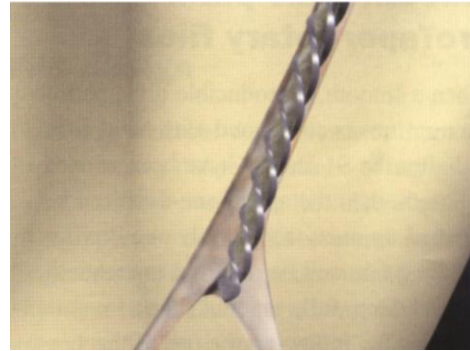
Se ha demostrado que la preparación del foramen provocaría la instrumentación del ligamento periodontal y el cemento más no de la pulpa y la dentina. Del mismo modo, se afirma que la instrumentación a este nivel desplazaría el conducto apical de 1 a 3mm y cambiaría la forma del foramen a ovalada.⁽¹²²⁾

2.4 Instrumentación del tercio apical

Los últimos 3 mm del conducto radicular son de vital importancia, y su preparación debe ser meticulosa para así lograr una configuración cilíndrica o circular que permita un correcto sellado apical para de este modo, evitar microfiltración.

Esta porción es particularmente difícil en conductos curvos durante la preparación, debido a la dificultad del contacto y penetración de los instrumentos a las paredes del mismo. Las dificultades encontradas en la limpieza y conformación del tercio apical, tienden a influir en la consecución de errores.

Instrumentos rígidos sin precurvar en conductos curvos, provocan desviación, escalones, o falsas vías.^(87,100)



Gráficos 15-16: Ejemplo de las posibles complicaciones encontradas a nivel del tercio apical como consecuencia de las dificultades anatómicas presentes a este nivel. *Tomado de Ruddle 2002.*

Druittman⁽²⁷⁾ establece las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta a la hora de preparar conductos curvos pronunciados. Este autor sugiere que cuando se evidencia una curvatura pronunciada, la cavidad de acceso debe extenderse hacia la punta de la cúspide relacionada con el conducto a tratar. Explica que esta acción reducirá el grado de curvatura en la parte coronal del conducto permitiendo un mejor acceso al tercio apical.

Weine *et al.*⁽¹²⁰⁾, mediante el uso de bloques de resina transparente, crearon conductos curvos simulados, que servirían

para la observación de los efectos de los procedimientos de la preparación sobre la forma original del conducto y del foramen apical, usando varias técnicas de preparación manual, en las que se incluyeron, limado, cuarto de vuelta, raspado o combinaciones de estas.

Las preparaciones finales de este estudio experimental mostraron características similares de conformación, donde se evidenció desplazamiento y deformación a nivel apical. A partir de estos resultados se recomienda la modificación de las preparaciones convencionales, el uso de la técnica de raspado más que de rotación y la técnica de ampliación.⁽¹²⁰⁾

Gani y Visvisian⁽³⁶⁾ evaluaron la forma de los conductos a través de cortes seccionados a 2 mm del ápice radicular y su correlación con el diámetro (D0) de los instrumentos endodónticos en 40 primeros molares superiores. Estos dientes fueron agrupados de acuerdo a la edad: niños (menores de 13 años) adolescentes (18-20 años) adultos (30-40 años) y mayores de 50.

La evaluación de los diámetros reveló que las formas fueron predominantemente circulares en el conducto palatino, más

plano en el conducto mesiovestibular, y circular y plano en iguales proporciones en la raíz distovestibular. Del mismo modo, se infirió, para la aplicabilidad de este estudio, que la edad no parece afectar la forma de los conductos⁽³⁶⁾.

Solamente se ha observado una estrechez estadísticamente significativa para los conductos mesiovestibular y palatino. Incluso en los dientes de mayor edad, los diámetros observados en el conducto y el calibre de los instrumentos no se han correspondido, debido a que el diámetro interno excedía al diámetro externo de la raíz.⁽³⁶⁾

Laguna Contreras *et al.*⁽⁵⁷⁾ realizaron un estudio, en el que compararon la primera lima que es colocada en el ápice, antes y después de la ampliación previa del conducto. A través de las conclusiones obtenidas se indica que el ensanchado previo de los conductos ofrece una mejor información de las dimensiones apicales y concientiza, para una mejor decisión respecto al diámetro apropiado final que se necesita para la completa conformación apical.

Parris *et al.*⁽⁷⁷⁾ demostraron a través de una evaluación histológica y radiográfica, la efectividad del vaciado apical;

técnica que pretende preparar la porción final del ápice luego de la limpieza y conformación, mediante el empleo de movimientos de rotación con limas de 2 a 4 calibres de mayor diámetro que la lima inicial apical que fuese tomada para la determinación de la longitud de trabajo, para luego ejercer nuevamente estos movimientos de rotación con una lima de diámetro mayor luego de la irrigación y secado de los conductos.

Por otro lado, con el uso de técnicas de instrumentación bajo el control rotacional de motor y frecuente irrigación en conductos suficientemente conformados, se ha determinado una disminución de la acumulación de detritus a nivel apical.⁽⁹⁴⁾

Reddy *et al.*⁽⁸⁴⁾ investigaron la cantidad de *detritus* apical producido *in vitro* usando dos técnicas de instrumentación rotatoria y dos técnicas manuales: fuerzas balanceadas, y paso atrás con instrumentos de níquel-titanio. Aunque todas las técnicas de instrumentación produjeron detritus, la técnica manual de paso atrás produjo significativamente mayor cantidad de este que otros métodos ($p > 0,005$). No se evidenció diferencia entre la técnica manual de fuerzas balanceadas y los dos métodos con instrumentación rotatoria de níquel-titanio.

Portenier *et al.*⁽⁸⁰⁾ realizaron una evaluación *in vitro* para determinar la desviación de conductos en 18 dientes humanos antes y después de la conformación realizada con las técnicas de preparación manual step back y rotatoria con Lightspeed® (Lightspeed Technology Inc., San Antonio TX, USA). Se determinó que los instrumentos de níquel-titanio mediante la configuración de Lightspeed® causaron un desplazamiento significativamente menor en el centro de los conductos que la técnica manual de step-back o paso atrás. Clínicamente, esto implica que se produce una menor desviación apical y una menor destrucción de dentina con la técnica de Lightspeed® que con la de paso atrás.

Por su parte, Ehrlich *et al.*⁽²⁹⁾ compararon el desplazamiento apical producido en conductos curvos por la instrumentación con dos instrumentos ultrasónicos (Rispi-Sonic® y Trio Sonic®) y limas tipo K en 75 molares inferiores permanentes extraídos. Los resultados indican que 92 (61%) de las 150 muestras mostraron ausencia de desplazamiento y solo 7 (5%) evidenciaron un desplazamiento apical entre 0,25 y 0,5mm. Ninguna lima produjo mas de 0,5mm en dirección vestibulolingual o mesiodistal. El análisis estadístico demostró que no hubo diferencia significativa ($p>0,05$) en la cantidad de

desplazamiento apical en conductos preparados con limas tipo k, y limas ultrasónicas Rispi-Sonic® y Trio Sonic®.

Ruddle⁽⁸⁸⁾ sugiere decidir en una primera instancia, (a expensas del grado de complejidad anatómica que ofrezca el diente, procesos de resorción, o situaciones de iatrogenia) la determinación de la técnica a emplear para la preparación del sistema de conductos radiculares. Así mismo, establece que en curvaturas abruptas es recomendable la preparación del segmento apical con instrumentos manuales, previa a la preparación de los tercios coronal y medio del conducto.

Serota *et al.*⁽¹⁰⁰⁾ describen una “zona de control apical” que definen como una región creada en el tercio apical del espacio del conducto, la cual demuestra una conicidad exagerada para ofrecer resistencia y retención en contra de la presión ejercida por la condensación durante la obturación, previniendo la extrusión del material de relleno durante la obturación.

Siqueira *et al.*⁽¹⁰⁴⁾ compararon mediante cinco técnicas de instrumentación la efectividad de la limpieza del tercio apical en conductos curvos a través de una evaluación histológica. Las técnicas empleadas fueron: técnica paso atrás usando limas de

acero, paso atrás usando limas de níquel-titanio, ultrasónica, de fuerzas balanceadas, y de canal master U. Concluyeron que no se evidenciaron diferencias significativas entre las técnicas utilizadas. Sin embargo, a pesar de que todas fueron efectivas en la remoción de tejido de los conductos, ninguna logró una completa eliminación de tejido, especialmente cuando se presentaban variaciones de la anatomía interna a nivel de tercio apical.

Buchanan⁽¹⁴⁾ señala que la única manera de determinar el diámetro del conducto en su porción terminal es mediante el uso de limas de acero o níquel titanio que actúan como calibradores para medir la continuidad de la conicidad establecida en la preparación.

En cuanto a los conductos con pulpa necrótica, Siqueira⁽¹⁰³⁾ señala que en patologías periapicales, durante la preparación quimiomecánica, si los microorganismos se encuentran apicalmente extruidos, el huésped, hará frente a una cantidad considerable de irritantes, donde, consecuentemente, se producirá una disrupción en el balance entre agresión y defensa. Posteriormente, el huésped movilizará una inflamación aguda para el restablecimiento del equilibrio (Gráfico 17).

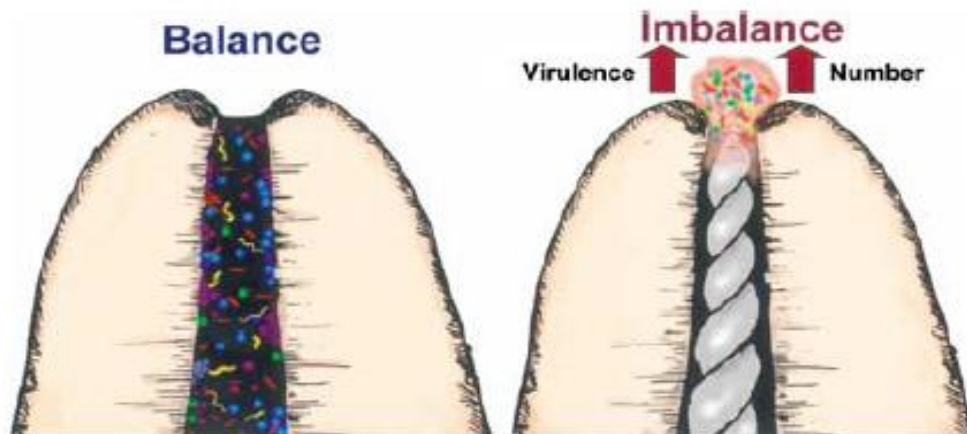


Grafico 17. Extrusión apical de microorganismos y sus productos durante los procedimientos quimiomecánicos que podrían inducir inflamación perirradicular aguda al reestablecer el balance entre agresión y defensa. De manera similar, la respuesta depende de la cantidad de microorganismos extraídos y la virulencia. *Tomado de : Siqueira 2003*

Bajo la misma línea de estudio, Garcia Filho *et al.*⁽³⁷⁾ observaron microscópicamente la efectividad de dos instrumentos rotatorios en la limpieza del tercio apical en conductos curvos. Concluyeron que ambos sistemas no fueron capaces de limpiar por completo las paredes del conducto a nivel del tercio apical y que a mayor variación anatómica, se mostraba una mayor prevalencia en la cantidad de capa de desecho.

Bradford *et al.*⁽¹⁰⁾ evaluaron la presión apical ejercida por diferentes agujas para la irrigación del sistema de conductos radiculares en dientes extraídos con ápices completamente desarrollados. Los resultados de este estudio indicaron que el doblar la aguja dentro del conducto ofrece una mayor presión a nivel apical que cuando esta se mantiene en su posición original y que las presiones fueron más altas en los ápices instrumentados a un número 30 o mayor. De igual forma se logró determinar que las agujas de mayor diámetro provocaron mayor presión que las agujas de diámetro menor.

Wu *et al.*⁽¹²⁶⁾ destacan la importancia de la prevalencia y extensión de conductos ovals en el tercio apical, mediante un estudio realizado en 1,168 secciones de cortes horizontales a 1,2,3,4, y 5 mm del ápice radicular en 180 dientes humanos extraídos. Concluyeron que en 293 casos (25%) de las secciones observadas, se identificaron conductos ovals y que en algunos grupos dentarios, a un nivel de 5 mm del ápice radicular, el porcentaje aumentaba a un 50%.

Es así como señalan la importancia de la identificación de este tipo de conductos, ya que la instrumentación, limpieza,

conformación y obturación de los mismos se hace difícil e incluso, imposible en muchos de los casos (Tabla IV).

Diente	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
Superiores					
Incisivo central	0%	10%	0%	5%	5%
Incisivo lateral	16%	35%	10%	10%	15%
Canino	0%	6%	0%	0%	5%
Premolar					
1 conducto	38%	29%	43%	57%	63%
Conducto vestibular	0%	7%	0%	8%	0%
Conducto palatino	0%	15%	7%	0%	0%
Molar					
Mesio-vestibular	33%	13%	60%	75%	60%
1er conducto mesio vestibular	0%	27%	33%	17%	33%
2do conducto mesio vestibular	0%	73%	80%	58%	60%
Disto-vestibular	11%	30%	20%	20%	25%
Palatino	24%	16%	15%	15%	10%
Inferiores					
Incisivos	10%	55%	40%	55%	56%
Caninos	11%	5%	5%	5%	5%
Premolares					
Conducto unico	13%	13%	13%	20%	27%
Conducto Vestibular	33%	0%	20%	0%	20%
Conducto lingual	0%	0%	20%	20%	40%
Molares					
Conductos mesiales	20%	45%	67%	91%	92%
Mesio-vestibular	25%	25%	30%	56%	50%
Mesio- lingual	0%	25%	10%	11%	13%
Conducto Distal	24%	25%	25%	25%	30%

Tabla IV. Porcentaje de conductos ovals a niveles de 1 a 5 mm del ápice radicular. *Tomado de Wu et al. 2000.*

3. OBTURACIÓN DEL TERCIO APICAL

3.1 Limite apical de la obturación

La completa regeneración de cemento y hueso no ocurre alrededor de los dientes con conductos radiculares

sobreobturados. El material extraño que se impacta en los tejidos periapicales actúa como un irritante y existe una gran tendencia a que se produzca una proliferación epitelial.⁽⁸⁵⁾

Seltzer *et al.*⁽⁹⁹⁾ compararon la reacción de los tejidos periapicales en grupos donde se estableció una instrumentación y obturación cortos y más allá del ápice radiográfico respectivamente. La reacción fue similar en ambos grupos inicialmente. Hubo una respuesta inflamatoria aguda en el tejido pulpar apical y tejido periapical, el cual fue gradualmente reemplazado por tejido con infiltrado inflamatorio crónico.

De igual manera, la inflamación periapical fue acompañada por resorción ósea. En un periodo de 6 a 12 meses, se observó una completa reparación en el grupo que se obturó por debajo de los ápices. Posteriormente, se observó que la reparación se retrasó en el grupo en el cual se produjo la sobreobturación. Concluyeron que en la extirpación de casos de pulpa vital, los mejores resultados en términos de reparación de tejidos fue obtenido cuando los conductos fueron instrumentados y obturados cortos al ápice de los dientes.⁽⁹⁹⁾

Bergenholtz *et al.*⁽⁷⁾ establecen que el material de obturación *per se*, no es necesariamente la causa inmediata del fracaso de los tratamientos. De hecho, la gutapercha, material utilizado para la obturación se ha demostrado compatible con los tejidos vitales en estudios *in vivo* de implantación en animales así como en otras investigaciones *in vitro* con cultivo de células.

Ricucci y Langeland⁽⁸⁶⁾ estudiaron la respuesta histopatológica de los tejidos periapicales a los procedimientos de instrumentación y obturación; determinando que cuando el sellador y la gutapercha fueron extruidos hacia los tejidos periapicales, conductos laterales y ramificaciones apicales, hubo siempre una reacción inflamatoria severa a cuerpo extraño con ausencia clínica de dolor.

De igual forma concluyen que el mejor pronóstico para el tratamiento endodóntico se basa en una adecuada instrumentación y obturación homogénea a nivel de la constricción apical y que el peor pronóstico está relacionado con la instrumentación y obturación más allá de esta. El segundo peor pronóstico lo atribuyen a una obturación 2 mm menos de la constricción, combinadas a una pobre instrumentación y obturación.⁽⁸⁶⁾

Otra razón por la que la sobreobtención no es preferible, se debe a que el material de obturación en exceso puede actuar como un irritante en el desarrollo de la enfermedad periodontal con una movilidad dentaria concomitante. De esta manera, en dientes con zonas e rarefacción, es preferible la obturación del conducto radicular ligeramente corta, o justa con respecto al ápice radiográfico.⁽⁸⁶⁾

Swartz *et al.*⁽¹¹⁰⁾ estudiaron 1.007 dientes tratados endodóncicamente para observar 1.770 conductos obturados. Finalmente concluyeron que la sobreobtención de los conductos resultó ser un factor que condujo cuatro veces más al fracaso que aquellos conductos en los que se dejaba una obturación corta al ápice radiográfico.

En conductos sobreobturados, los tejidos periapicales son irritados tanto químicamente por medio de los ingredientes de los cementos para el conducto; como mecánicamente por medio del material de obturación radicular. El examen histológico de los tejidos periapicales de dientes con conductos sobreobturados, mostró respuestas inflamatorias severas alrededor de partículas de cemento para el conducto radicular y los conos de plata.⁽⁵²⁾

3.2 Sellado apical

De nada vale alcanzar de manera satisfactoria el nivel apical si permanecen espacios laterales, que son sitios adecuados para la supervivencia y desarrollo de bacterias y para la acumulación de sus toxinas. Independientemente de la técnica de obturación endodóncica que se vaya a emplear, resulta sumamente importante el sellado apical.

La obturación debe asegurar un sellado óptimo en todas las dimensiones, y bloquear las comunicaciones del conducto con el periodonto, ya sean apicales o laterales⁽³⁴⁾. La selección de un cono patrón de gutapercha con diámetro similar al del conducto en su porción apical es decisiva para la calidad de la obturación.

Allison *et al.*⁽²⁾ estudiaron la influencia de la adaptación del cono patrón en la calidad del sellado apical en 43 dientes monorradiculares extraídos, usando técnica de condensación lateral para la obturación. Sus resultados establecieron que la mayor incidencia de microfiltración en conductos con conos principales adaptados no se diferenciaba estadísticamente de aquellos conductos en los que el cono principal no estaba adaptado.

Del mismo modo, el criterio visual y táctil ha sido utilizado para adaptar el cono principal a un punto clínicamente aceptable. Sin embargo, la adaptación del cono principal establecido por el criterio radiográfico ha demostrado ser más efectivo que el método táctil. La microfiliación de los conductos obturados con condensación lateral se ha relacionado directamente a la forma de preparación del conducto.⁽²⁾

Yared *et al.*⁽¹²⁷⁾ evaluaron la influencia de la conformación apical sobre la habilidad del sellado de la técnica de compactación vertical en 60 dientes anteriores. La mitad de estos dientes fueron preparados hasta una lima 25 y la otra mitad hasta una lima 40.

La microfiliación apical fue determinada usando filtración fluida presurizada a 90 min, 6 h, 1 día, 4 días, y 1, 2, 4, 8, 12, 16 y 24 semanas posterior a la obturación de los conductos. Se observó una tendencia de filtración en el tiempo en ambos grupos. Sin embargo, el grupo con una preparación apical hasta el instrumento #25 mostró significativamente menos filtración que el grupo con preparación hasta la lima número #40. Esta diferencia comenzó a ser mas evidente al comienzo de la décima segunda semana luego de la obturación⁽¹²⁷⁾.

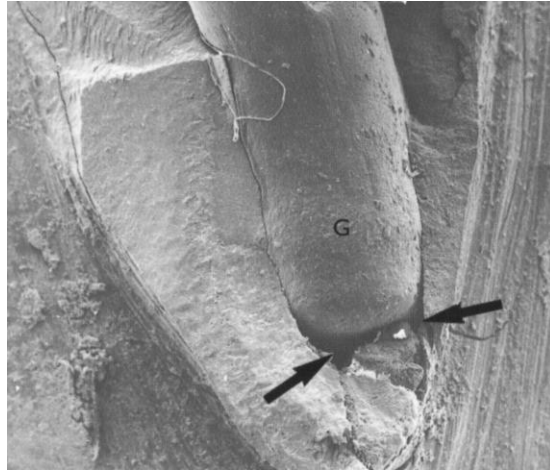


Gráfico 18. En la imagen de microscopio electrónico de barrido se observa el stop apical obtenido durante la conformación del conducto de un diente con pulpa necrotica Cono de gutapercha (G) ajustado (flechas). *Tomado de Goldberg 2002.*

Delle Done y Wallace⁽²⁴⁾ realizaron un estudio en 120 dientes monorradiculares para comparar las técnicas de condensación lateral con Ultrafil®(Hygienic,Corp.,Akron OH), Succesfill® y Thermafil®(Tulsa Dental Products) (con transportador plástico, de titanio y de acero inoxidable). Esta comparación se realizó tanto en un microscopio electrónico de barrido como con la penetración de tinte de azul de metileno. Evidenciaron que la técnica de condensación lateral permite una filtración significativamente menor que las otras técnicas.

Lares-Ortiz y El Deeb⁽⁵⁹⁾ llevaron a cabo un estudio con la finalidad de evaluar la capacidad del sellado que brinda el dispositivo Thermafil®(Tulsa Dental Products) tanto en conductos rectos como en conductos curvos. Ellos afirman que la técnica de Thermafil® dió como resultado obturaciones que se adaptan a las paredes de los conductos tan bien como las producidas por la técnica de condensación lateral. En este estudio, la condensación lateral permitió menos filtración que la técnica Thermafil®.

Evans y Simon⁽³⁴⁾ estudiaron el efecto de la presencia o ausencia de la capa de desecho en el sellado del tercio apical, utilizando dos técnicas de obturación de condensación lateral e inyección de gutapercha termorreblandecida, Obtura (Unitek, Monrovia, CA) con o sin cemento sellador. Los dientes de todos los grupos fueron irrigados con hipoclorito de sodio al 5,25%, y en los casos donde la capa de desecho fue removida, se combinó con la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético con bromuro de cetil-trimetil-amonio (EDTAC) al 17%.

Se encontró que con ambas técnicas de obturación se obtuvo un adecuado sellado apical. Con este estudio se puede concluir que la capa de desecho no ejerce un efecto apreciable

en el sellado del tercio apical. Se observó que el uso de la técnica de inyección de gutapercha termoreblandecida en ausencia de la capa de desecho favorece la entrada del material a los tubulos dentinarios.

Venturi *et al.*⁽¹¹⁷⁾ mediante una técnica modificada de transparentación, observaron conductos accesorios a través de la obturación con técnica de condensación vertical y la aplicación de uno o dos cementos selladores diferentes; AH-Plus® (Dentsply DeTrey GMBH, Konstanz, Germany) y Pulp Canal Sealer® (Kerr Co., Romulus MI, USA) en 10 molares superiores extraídos, los cuales fueron divididos en dos grupos de 5 cada uno, tomando como muestra 15 conductos en cada grupo.

A nivel del tercio apical, se evidenció ausencia de relleno en un 26,8 y 58,1% con AH-Plus y Pulp Canal Sealer respectivamente. Un relleno parcial con cemento sin gutapercha fue observado en un 5,3% del grupo de AH-Plus y un 29,0% del grupo de Pulp Canal Sealer. El relleno completo con cemento sin gutapercha fue observado en un 50,0% y 9,7% con AH-PLUS y Pulp Canal Sealer respectivamente. Un sellado completo con cemento y parcial con gutapercha así como el relleno completo con cemento y gutapercha fueron observados en

un número pequeño de conductos laterales; 17,9% del grupo perteneciente a AH-Plus y un 3,2% en el de Pulp Canal Sealer.⁽¹¹⁷⁾ (Gráficos 19-20)

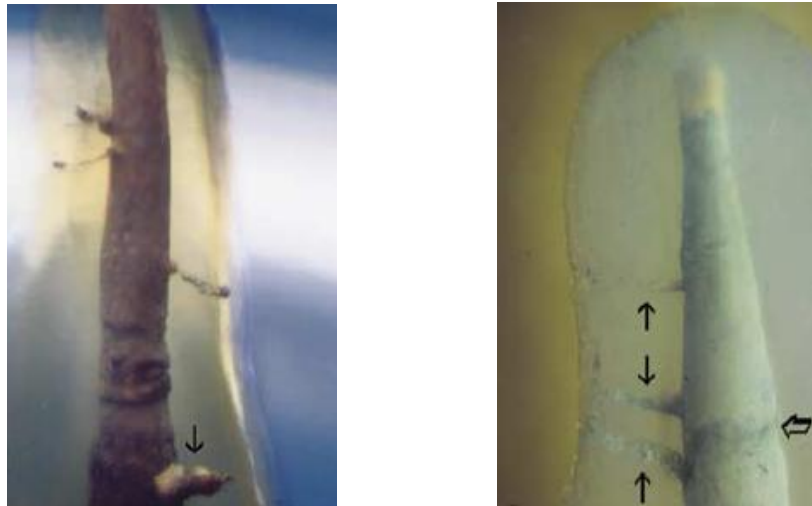


Gráfico 19-20: A. Conductos accesorios que pueden ser vistos en esta imagen. Obsérvese que solo el conducto mas coronal (flecha) ha sido rellenado con cemento y gutapercha (Pulp canal sealer®) grado 3. B. Presencia de tres conductos laterales (flechas) (Pulp canal sealer®) Magnificación original 15X. Tomado de Venturi et al.2003.

Timpawat *et al.*⁽¹¹⁴⁾ investigaron el efecto de la remoción de la capa de desecho sobre la microfiltración apical en dientes preparados con EDTA y obturados con gutapercha termoplastificada usando Obtura II® (Obtura corporation, Fenton MO) y Ketac-Endo® (ESPE, Seefeld, Germany) como cemento

sellador. Los resultados de este estudio confirmaron que la remoción de la capa de desecho causa una mayor microfiltración apical ($p < 0.005$) que cuando la capa de desecho se deja intacta.

Beatty *et al.*⁽⁶⁾ estudiaron a través de 80 caninos superiores e inferiores, el promedio de filtración apical observada luego de sellar los conductos con cuatro diferentes técnicas de obturación; cono único de gutapercha, gutapercha condensada lateralmente, Ultrafil® (Hygienic Corp. Akron OH), y Thermafil® (Tulsa Dental Products). Se realizó un análisis de penetración lineal de tinte, para poder establecer el valor de filtración, realizando el seccionamiento longitudinal de los dientes (Tabla III).

Los dientes con obturaciones de cono único no se observaron bien en los tercios medio y coronal; sin embargo, en el tercio apical de las raíces, el cono de gutapercha se mostró en íntimo contacto con las paredes del conducto. A su vez, la obturación con gutapercha condensada lateralmente también se observó muy bien adaptada, a pesar de que se evidenció una diferencia significativa en el valor medio de filtración apical para los dos grupos. Del mismo modo se describe que las obturaciones con gutapercha termoplastificada tenían una apariencia uniforme, completa y homogénea. En los casos

obturados con Ultrafil® se notó una marcada tendencia a la sobreobturación.⁽⁶⁾

Grupo	Método de obturación	Media de penetración (mm)
A	Cono único de gutapercha/cemento	6,31
B	Gutapercha condensada lateralmente	4,16
C	Ultrafil/cemento	1,37
D	Termafil/cemento	0,32

Tabla V. Resultados obtenidos de la penetración lineal de tinte. Tomado de Beatty *et al.* 1989

Haddix *et al.*⁽⁴⁷⁾ compararon la capacidad de sellado apical de dos técnicas de obturación con Thermafil®(Tulsa Dental Products) y la técnica de gutapercha condensada lateralmente, con base en un estudio espectrofotométrico del nivel de penetración de tinte. En este estudio se evidenciaron diferencias significativas en el valor medio de filtración de tinte entre los tres grupos. La data señala que el grupo de condensación lateral

ofrece la menor filtración apical, mientras que el grupo que evidenció la mayor filtración fue el Thermafil®.

McMurtrey *et al.*⁽⁶⁴⁾ realizaron un estudio para establecer si existía alguna diferencia en el sellado apical producido por la condensación lateral y el producido por el Thermafil® (Tulsa Dental Products) en conductos con curvaturas pronunciadas. Utilizaron molares extraídos de humanos con conductos que presentaron curvaturas mayores de 30 grados. Los resultados de este estudio arrojaron una media de 1,15mm para los dientes obturados con Thermafil® y una media de 1,09mm para los dientes obturados con condensación lateral. Concluyeron que la técnica de Thermafil® permite una penetración de tinte similar a la que permite la técnica de condensación lateral.

Krell y Madison⁽⁵⁴⁾ compararon la capacidad de sellado apical del cemento de fosfato de calcio con el cemento de Grossman. 22 dientes anteriores fueron instrumentados, de los cuales, 2 sirvieron de grupo control; 10 de ellos, fueron obturados utilizando cemento de Grossman, gutapercha y condensación lateral, mientras que en los diez restantes se empleó la misma técnica, pero con la utilización de cemento de fosfato de calcio. Los resultados demostraron que el cemento de

fosfato de calcio no ofreció un sellado apical tan adecuado como el cemento de Grossman en las condiciones experimentales usadas.

Dallat y Spangberg⁽²⁰⁾ compararon el nivel de filtración apical con una técnica de tinte al vacío por rastreo controlada en conductos obturados con 5 métodos de obturación; técnica de cono único, condensación lateral, condensación vertical, Thermafil®(Tulsa Dental Products) y Ultrafil®(Hygienic,Coltene/Waledent.,USA). No se reportó diferencia significativa entre ninguno de los grupos con respecto a la filtración apical observada en cada una de las muestras. Sin embargo, el grupo que ofreció mayor nivel de filtración fue el de condensación vertical, mientras que el grupo de menor filtración fue el de Thermafil®.

EI Deeb *et al.*⁽³³⁾ establecieron la relación entre la filtración apical y la densidad radiográfica obtenida con la técnica de McSpadden de gutapercha caliente y la condensación lateral en 60 incisivos centrales superiores extraídos. Usando tintura de azul de metileno al 2% como detector, se estableció la calidad del sellado apical midiendo la filtración lineal y volumétrica de la

tintura. No se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos respecto a las densidades promedio a nivel apical.

En el tercio medio de la raíz, la técnica de McSpadden demostró menor densidad que las otras técnicas. La medición lineal y volumétrica de la filtración apical de la tintura demostró que la técnica de la gutapercha caliente permite menos filtración que las otras técnicas. Así mismo, se encontró una evidente correlación entre la densidad radiográfica y la filtración, especialmente en el tercio medio de la raíz.⁽³³⁾

Manocci y Ferrari⁽⁶²⁾ compararon a través de 32 dientes preparados quimiomecánicamente, el sellado apical de raíces obturadas con dos tipos de agentes de enlace de dentina, gutapercha y resina-epoxy-base como cemento sellador. Estos fueron divididos en 3 grupos experimentales, para luego, comparar mediante una prueba de tinte y determinar la microfiltración apical *in vitro* de obturaciones realizadas con cementos selladores a base de resina-epoxy usadas en conjunto con dos agentes de enlace para dentina y la condensación lateral con gutapercha realizada solo con cemento sellador a base de resina-epoxy.

Concluyeron que todas las muestras demostraron penetración del tinte en varios grados y el material observado con mayor frecuencia a nivel del ápice fué el mostrado por el grupo 1, es decir, aquellos que fueron obturados con la tecnica de condensación lateral con gutapercha y adhesivo dental All Bond 2® (Bisco,Itasca;IL) y resina-epoxy como cemento sellador. ⁽⁶²⁾

Brosco *et al.*⁽¹²⁾ compararon el sellado apical de conductos radiculares con diferentes técnicas de obturación, donde 106 incisivos inferiores fueron sometidos a instrumentación con la técnica de paso atrás. Luego de la instrumentación, 100 de estos dientes fueron divididos en 5 grupos según la técnica de obturación empleada en cada uno: condensación lateral, onda continua de condensación con System B® (Analytic endodontic, Sybron Endo,USA), gutapercha termoplastificada inyectable con sistema Ultrafil® (Hygienic,Coltene/ Waledent.,USA), gutapercha mecánicamente termoplastificada con el sistema JS Quick-Fill® (JS Dental Manufacturing, Inc.,USA) y gutapercha termoplastificada asociada a un cono principal con sistema microseal® (Analytic endodontic, Sybron Endo USA).

El sistema Microseal ha demostrado mejor sellado apical, seguido por el System B®, JS Quick-Fill®, Ultrafil® y condensación lateral. Los resultados estadísticos, han señalado que el sistema Microseal ofrece un sellado similar al del System B®. Del mismo modo, System B® sugiere mejor sellado apical que la técnica de condensación lateral, mientras los grupos obturados con técnica de condensación lateral, Ultrafil® y JS Quick-Fill® cuentan con una capacidad de sellado bastante similar.⁽¹²⁾

III. DISCUSIÓN

La anatomía del tercio apical, es un factor que concierne de manera directa al especialista en Endodoncia, debido a que el difícil acceso, limpieza y conformación del mismo, en muchas oportunidades impide abarcarlo por completo; comprometiendo el pronóstico del tratamiento y generando serias dificultades en su evolución.

La unión cemento-dentinaria, a pesar de ser un punto de referencia histológico que no puede localizarse de manera clínica o radiográfica, es considerado por muchos clínicos e investigadores, como el límite ideal de preparación y obturación del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, desde una perspectiva clínica, la constricción apical resulta ser el punto límite más factible en cuanto al manejo para el operador.

Las constantes variaciones que ocurren a nivel del ápice radicular durante el transcurrir del tiempo y la imposibilidad de una visualización directa del foramen apical, hacen que la localización radiográfica sea un desafío durante la determinación de la longitud de trabajo. Del mismo modo, se ha establecido que la observación en dos dimensiones de un objeto

tridimensional limita en gran medida la correcta interpretación de la dirección del foramen y longitud del conducto radicular. Bajo esta misma premisa, se ha concluido de igual forma que a través del examen radiográfico no es posible determinar cuando el foramen apical no coincide con el ápice anatómico.

En cuanto a la determinación de la técnica a emplear para la preparación del sistema de conductos radiculares, se ha señalado que esta debe considerarse a expensas del grado de complejidad anatómica que ofrezca el diente, procesos de resorción, o situaciones de iatrogenia. Así mismo, resulta relevante destacar que en curvaturas abruptas es recomendable la preparación del segmento apical con instrumentos manuales, previa a la preparación de los tercios coronal y medio del conducto.

En curvaturas pronunciadas, la cavidad de acceso debe extenderse hacia la punta de la cúspide relacionada con el conducto a tratar. Esta acción reducirá el grado de curvatura en la parte coronal del conducto permitiendo un mejor acceso al tercio apical.

Por otro lado, se ha comprobado a través de numerosos estudios, que ninguna técnica de preparación ofrece la completa limpieza del conducto a nivel del tercio apical, así como ninguna de las técnicas de obturación conocidas hasta el momento proporciona una barrera de impermeabilidad absoluta.

Hay autores que explican que no se debe instrumentar el foramen apical debido a la anatomía y el comportamiento de los instrumentos en el conducto. Así mismo se señala que si la intención fuera limpiar el conducto a nivel del foramen, se requeriría una lima #60 en promedio. Esta medida de instrumento destruiría la constricción apical natural, la cual es de un #30 en promedio de las serie ISO.

La selección de un cono patrón de gutapercha con diámetro similar al del conducto en su porción apical es decisiva para la calidad de la obturación. Sin embargo, se han reportado estudios que señalan que la mayor incidencia de microfiltración en conductos con conos patrones adaptados no se diferencia estadísticamente de aquellos conductos en los que el cono patrón no estaba adaptado.

En conductos sobreobturados, los tejidos periapicales se han visto irritados tanto químicamente por medio de los ingredientes de los cementos para el conducto; como mecánicamente por medio del material de obturación radicular. El examen histológico de los tejidos periapicales de dientes con conductos sobreobturados, ha mostrado respuestas inflamatorias severas alrededor de partículas de cemento para el conducto radicular y los conos de plata.

De esta manera es factible concluir que el mejor pronóstico para el tratamiento endodóncico se basa en una adecuada instrumentación y obturación homogénea a nivel de la constricción apical y el peor pronóstico está relacionado con la instrumentación y obturación más allá de esta.

IV. CONCLUSIONES

1. En la zona de unión entre el conducto dentinario y el conducto cementario (límite C-D-C: conducto-dentina-cemento) se encuentra la constricción apical, la cual es más estrecha en adultos mayores que en jóvenes.

2. Durante la instrumentación, el remanente pulpar y dentinario puede bloquear el acceso al tercio apical, incrementando la posibilidad de la formación de escalones, desplazamiento y perforación. La utilización de la lima de pasaje es considerada como una alternativa para disminuir la incidencia de estas alteraciones.

3. Ninguno de los sistemas y técnicas de preparación son capaces de limpiar por completo las paredes del conducto a nivel del tercio apical y a mayor variación anatómica, se muestra mayor prevalencia de la capa de desecho.

4. Ninguna de las técnicas de obturación conocidas hasta el momento proporciona una barrera de impermeabilidad absoluta, sin embargo, existen niveles de tolerancia biológica de filtración apical, bajo los cuales la reparación puede completarse.

5. El mejor pronóstico para el tratamiento endodóncico se basa en una adecuada instrumentación y obturación homogénea a nivel de la constricción apical y el peor pronóstico está relacionado con la instrumentación y obturación más allá de esta.

V. REFERENCIAS

1. Aguadé EB. Reflexiones clínicas de la terapéutica endodóntica a partir de un estudio sobre la morfología apical. *Endodoncia* 1991; 9:15-21
2. Allison CA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal seal. *Journal of Endodontics* 1979; 5: 298
3. Altman M, Gutusso J, Seidberg B, Langeland K. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1970; 30:694-698
4. Ardila CN, Wu M-K, Wesselink PR. Percentage of filled canal area in mandibular molars after conventional root-canal instrumentation and after a noninstrumentation technique (NIT). *International Endodontic Journal* 2003; 36:591-598.
5. Azabal M, Kessler F. ¿Hasta donde llegar el límite de nuestra preparación?. *Endodoncia* 1993; 11:17-21
6. Beatty R, Baker P, Haddix J, Hart F. The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *Journal of the American Dental Association* 1989; 119:633
7. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R, Engstrom B. Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. *Journal of Endodontics* 1979; 5: 310-314
8. Bourgeois RS, Lemon RR. Dowel space preparation and apical leakage: *Journal of Endodontics* 1981; 7: 66-69.
9. Bóveda C. Obturación endodóntica con técnica de Johnson. *Acta Odontológica. Venezolana* 1992; 30:41-47.

10. Bradford CE, Eleazer PD, Downs KE, Scheetz JP. Apical pressures developed by needles for canal irrigation. *Journal of Endodontics* 2002; 28: 333-335.
11. Briseño MB, El-Sayed MA, Willershausen ZB. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and Mandibular molars. *Journal of Endodontics* 2004; 30: 321-328.
12. Brosco VH, Bernardineli N, Moraes IG. "In vitro" evaluation of the apical sealing of root canals obturated with different techniques. *Journal Applegate Oral Science* 2003; 11:181-5.
13. Buchanan L.S. Negotiating root canals to their termini. *Dentistry Today* 2000; 19: 60-71
14. Buchanan L.S. The predefined preparation comes of age. *Endodontic Practice* 2001 ;12: 6-18
15. Burch JC, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Patology* 1972; 34:262-8
16. Cailleateau JG, Mullaney TP. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *Journal of Endodontics* 1997; 23:394-6.
17. Cohen S, Burns R. *Las vías de la pulpa*. 7ma ed. San Francisco (CA): Edit Harcourt; 1999.
18. Coolidge ED. Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. *Journal of the American Dental Association* 1929; 1456-1465.

19. Chapman CE. A microscopy study of the apical region of human anterior teeth. Journal of the British Endodontic Society 1969; 3: 52-58.

20. Dallat DM, Spangberg LS. Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. Journal of Endodontics 1994; 20:315-9.

21. Davis WL. Histología y embriología bucal. Interamericana McGraw-Hill. 1998 p. 51

22. Davis W. Pulpectomy vs. pulp extirpation. Dental Items of interest 1922; 44:81-100.

23. De Deus Q. Frequency, location and direction of the lateral, secondary and accessory canals. Journal of Endodontics 1975; 1: 361-366.

24. Delle Done D, Wallace JA. Comparison of obturation technique with SEM and dye penetration. Journal of Endodontics 1992; 18:186.

25. Diab M, Stallard R. A study of the relationship between epithelial root sheath and root development, Periodontics 1965; 3:10.

26. Diaz JV. Comparación de hallazgos radiológicos y de transparentación en la anatomía de conductos radiculares. Trabajo especial para optar al título de Doctor en Odontología. Universidad Central de Venezuela;1976.

27. Druttman A. Access cavity design in curved canals- Is it time to rethink? Endodontic Practice 2001;4(5):21-28

28. Dummer PM, McGinn J, Rees D. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *International Endodontic Journal* 1984; 17:192-198.
29. Ehrlich D, Boyer T, Hicks L, Pelleu G.B. Effects of sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. *Journal of Endodontics* 1989; 15:200-203.
30. ElAyouti A, Weiger R, Lost C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *Journal of Endodontics* 2001; 2:49-52.
31. ElAyouti A, Weiger R, Lôtst C. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *Journal of Endodontics* 2002; 28:116-119.
32. ElDeeb ME, Nguyen TQ, Jensen JR. The dentinal plug: its effect on confining substances to the canal and on the apical seal. *Journal of Endodontics* 1983; 9:355.
33. ElDeeb ME, Zucker KJ, Messer H. Apical leakage in relation to radiographic density of Gutta-percha using different obturation techniques. *Journal of Endodontics* 1985; 11:25-9.
34. Evans JT, Simon JH. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *Journal of Endodontics* 1986; 12:101-107.
35. Fava LR, Siqueira JF. Considerations in working length determination. *Endodontic Practice* 2000; 3(5): 22-33.
36. Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *Journal of Endodontics* 1999; 25:689-691.

37. Garcia FP, Santos LL, Carvalho KB, Menezes R, Letra AM. Cleaning ability of rotary instrument in the apical third of curved molars. *Revista Facultad Odontologia Bauru* 2002; 10:253-6.
38. George JW, Michanowitz AE, Michanowitz JP. A method of canal preparation to control apical extrusion of low temperature thermoplasticized gutta-percha. *Journal of Endodontics* 1987; 13:18.
39. Ghassan M. Yared, Fadia E. Bou Dagher. Apical enlargement: Influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. *Journal of Endodontics* 1994; 7:313-314.
40. Glossary: contemporary terminology for endodontics. 6th ed. Chicago: American Association of Endodontist;1998
41. Goldberg F, Soares I. *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002: p.102-110.
42. Goldberg F, Massone E. Patency file and apical transportation: An in vitro study. *Journal of Endodontics* 2002; 28:510-11.
43. Green D. Stereomicroscopic study of 400 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1956; 9:1224-1232.
44. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1960;13: 728-733.
45. Grove C. Why root canals should be filled to the dentinocemental junction. *Journal of the American Dental Association* 1930; (2): 293-296.

46. Gutierrez JH, Brizuela C, Villota E. Human teeth with periapical pathosis after overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal* 1999; (32) 40-48.
47. Haddix JE, Jarrel M, Mattison GD, Pink FE. An in vitro investigation of the apical seal produced by a new thermoplasticized gutta-percha obturation technique. *Quintessence International* 1991;22:159.
48. Harrán PE, Vilar FJ. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen and the apical constriction: Evaluation by optical microscopy. *Journal of Endodontics* 2003; 29:214-19.
49. Hess W, Formation of root canals in human teeth. *The Journal of the National Dental Association* 1921;8:704-791.
50. Holland R *et al.* Tissue reactions following apical plugging of the root canal with infected dentin chips. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1980;49: 366.
51. Ingle J, Backland. *Endodoncia*. 5ta Edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 2002.
52. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *Journal of Endodontics* 1979; 5:83-90.
53. Kramer IR. The vascular architecture of the human dental pulp. *Arch Oral Biology*. 1960; 2:177.
54. Krell KV, Madison S. Comparison of apical leakage in teeth obturated with calcium phosphate cement or Grossman's cement using lateral condensation. *Journal of Endodontics* 1985; 11:336-339.

55. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. Journal of the American Dental Association 1955; 50:544-52.

56. Kuttler Y: Endodoncia práctica para estudiantes y profesionales de odontología. Mexico, Editora "A.L.P.H.A".1961; p. 303-330.

57. Laguna CM, Zinman E, Kuttler KS. Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring. Journal of Endodontics 2001; 27:113-115.

58. Langeland K. The histopatologic basis in endodontic treatment. Dental Clinics of North America. Philadelphia and London: WB Saunders Co., 1967;p. 491-520.

59. Lares-Ortiz C, ElDeeb ME. Sealing ability of the thermafill obturation technique. Journal of Endodontics 1989;15:177.

60. Lasala Carreras, A. Endodoncia. 4ta edición. Masson-Salvat. 1992; p.6-16

61. Madeira MC, Hetem S. Incidence of bifurcations in mandibular incisors. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1973; 36: 589-591

62. Manocci F, Ferrari M. Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. Journal of Endodontics 1998; 24:41-44.

63. Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA. An evaluation of root canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. Journal of Endodontics 1998; 24: 607-609.

64. McMurtrey LG, Kreli KV, Wil Cox LR. A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. Journal of Endodontics 1992;18:68.

65. Melius B, Jiang J, Zhu Q. Measurement of the distance between the minor foramen and the anatomic apex by digital and conventional radiography. *Journal of Endodontics* 2002;28:125-6.
66. Mendoza MM, Reader A, Meyers WJ, Marquard JV. An ultrastructural investigation of the human apical pulp in irreversible pulpitis. II. Vasculature and connective tissue. *Journal of Endodontics* 1987; 13:318-327.
67. Mizutani T, Okuo W, Nakamura H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *Journal of Endodontics* 1992; 18:344-7.
68. Molven O. The apical level of root fillings. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1976; 34: 89-105.
69. Moodnick R, Hempstead NY. Clinical correlation of the development of the root apices and surrounding structures. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1963; 16: 600-607.
70. Nalbandian J, Gonzalez F, Sognnaes en Selter S. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodonticos. New York (NY): Edit Mundi Saic y F;1979. p.14.
71. Nicholls E. Lateral radicular disease due to lateral branching of the root canal. *Oral Surgery, Oral medicine and Oral pathology* 1963; 16:839-845.
72. Nguyen TN. Otturazione del canale radicolare. In: Cohen S, Burns R. eds *Clinica e Terapia dele pulpopate*. 2nd ed. Padova Italy: Piccin p.131-89.
73. Olson AK, Goerig AC, Catavaio RE, Luciano J. The ability of the radiography to determine the location of the apical foramen. *International Endodontic Journal* 1991; 24:28-35.

74. Orban B. Development and growth of teeth. Oral Histology and Embriology. 10th ed. St. Louis, CV: Mosby;1985.
75. Ounsi HF, Haddad G. In vitro evaluation of the reliability of the Endex electronic apex locator. Journal of Endodontics 1998; 24:120.
76. Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. Journal Canadian Dental Association 1971; 8: 305-308.
77. Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histopatological and radiographic evaluation. Journal of Endodontics 1994; 20:209.
78. Pashley DH, Fogel HM, Marshall FJ. Effects of distance of the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. Journal Dental Research 1988;67:1381.
79. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. Oral Surgery, Oral medicine and Oral pathology 1972; 35:101-10.
80. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the root canal by Lightspeed and step-back techniques. International Endodontic Journal 1998; (31) 103-111.
81. Provenza DV. Oral histology. Inheritance and development. Philadelphia, PI.USA: Lippincott. p. 298-303.
82. Pucci F, Reig R. Conductos radicales. Montevideo. 1945; Tomo I, p.145 y ss.
83. Reader A, Foreman D.W. An ultraestructural qualitative investigation of human intradental innervation. Journal of Endodontics 1981;7:161-8.

84. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*. 1998;24:180-3.

85. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part.1. Literature review. *International Endodontic Journal* 1998: 31,384-393.

86. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part.2. -A histological study-. *International Endodontic Journal* 1998: 31,394-409.

87. Ruddle CJ. Current concepts for preparing the root canal system. *Dentistry Today*. 2001; 20(2):76-83.

88. Ruddle CJ. Finishing the apical one-third. *Endodontic Practice*. 2002; 9:15-24.

89. Russell,DL. The distribution of glycogen in bovine dental pulp. *Journal Dental Research* 1967; 46:1182.

90. Saad AY. Al-Yahya. The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolar from Egyptian and Saudi patients: A histological study. *International Endodontic Journal* 2003 ;36,541-544.

91. Safavi K, Horsted P, Pascon EA, Langeland K. Biological evaluation of the apical dentin chip plug. *Journal of Endodontics* 1985;11(1):18-24.

92. Seidberg BH, Alibrandi BU, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working length of root canals with an electronic device and with digital-tactil sense. *Journal of the American Dental Association* 1975; 90:379.

93. Seltzer S. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodonticos. New York (NY): Edit Mundi Saic y F;1979. p.1-27.
94. Seltzer S, Bender IB, Turkenopf S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. Journal of the American Dental Association 1962; 67: 651-61.
95. Seltzer S, Bender IB, Ziot M. The dynamics of pulp inflammation: Correlation between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1963;16: 846-969.
96. Seltzer S, Turkenopf S, Vito A, Green D, Bender IB. A histologic evaluation of periapical repair following positive and negative root canal cultures. Oral Surgery 1964; 17:507.
97. Seltzer S, Soltanoff W, Bender IB, Ziontz M. Biologic aspects of endodontics. Part I: Histologic observations of the anatomy and morphology of root apices and surrounding structures. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1966: 22,375-385.
98. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender IB. Biologic aspects of endodontics. Part III. Periapical tissue reactions to root canals instrumentation. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1968; 26,534-46; 694-705.
99. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Smith.J. Biologic aspects of endodontics. Part IV. Periapical tissue reactions to root-filled teeth whose canals had been instrumented short of their apices. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1969;28:124-38.
100. Serota K, Nahmias Y, Barnett F, Brock M, Senia S. Predictable Endodontic success: the apical control zone. Dental Today. 2003;22:90-7.
101. Serota K, Nahmias Y. Predictable endodontic success: The hybrid approach-Part I. Oral Healht 2003; 5:41-48

102. Schilder H. Clearing and shaping the root canal. *Dental Clinic of North America* 1974; 18:269.

103. Siqueira JF. Microbial causes of endodontics flare-ups. *International Endodontic Journal* 2003; 36: 453-463.

104. Siqueira JF, Araujo MC, Garcia P, Fraga R, Sabóia C. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics* 1997;23; 499-502.

105. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics* 1990;16; 498-504.

106. Skillen WG. Morphology of root canals. *Journal of the American Dental Association* 1932; 19(5): 719-735.

107. Stabholz A, Rostsein I, Torabinejad M. Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *Journal of Endodontics* 1995;21;92.

108. Stallard, RE en Seltzer Consideraciones biológicas en los procedimientos endodonticos. Edit Mundi 1979.

109. Strindberg LZ. Dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontologica Scandinavica* 1956; 14: (Suppl.21).

110. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA. Twenty years of endodontic success and failure. *Journal of Endodontics* 1998; 9: 198-202.

111. Tam A, Yu D. Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. Journal Canadian Dental Association. 2002;68:28-33.

112. Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. International Endodontic Journal 2002; 35,752-58.

113. Ten Cate AR. Oral histology, development, structure and function. 2nd ed. St. Louis. Mosby; 1985.

114. Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. Journal of Endodontics. 2001;27: 351-3.

115. Torneck CD, Torabinejad M. Biology of the pulp and periapical tissues. In: Walton R.E. Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 2nd ed. Philadelphia. Pi, USA: Saunders, pp 6-28.

116. Vande Voorde HE, Bjorndhal AM. Estimating endodontic working length with paralleling radiographs. Oral surgery, Oral Medicine and Oral pathology 1969;27:106-110.

117. Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique : International Endodontic Journal 2003 ;36,54-56.

118. Weiger R, John J, Geigle, Lôt C. An in vitro comparison of two moderns apex locator. Journal of Endodontics 1999;25; 765-8.

119. Weine F. Endodontic therapy. 4th ed. Saint Louis MI. USA Mosby pp 277-369.

120. Weine F, Kelly R, Lio P. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of Endodontics* 1975; 1: 255-262.

121. West J, Roane D. Sistemas de limpieza y conformación de los conductos radiculares. Cap. 8 en: *Los caminos de la pulpa*. 7ma ed. p. 209-210.

122. Wildey W, Senia S. Another look at root canal obturation: part one. *Endodontic Practice* 2002; 5:(4)33-38.

123. Wu M-K, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1995; 79:492-6.

124. Wu M-K, Bing F, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: Effects of apical transportation on seal of root fillings. *Journal of Endodontics* 2000; 26: 210-216.

125. Wu M-K, Wesselink PR, Walton R. Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 2000; 89:99-103.

126. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 2000; 89 (6):739-743.

127. Yared G, Bou Dagher F. Apical enlargement: Influence on the sealing ability of the vertical compactation technique. *Journal of Endodontics*. 1994; 20: 313-314.

128. Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 2003; 95 (2):228-33.

129. Zander HA, Hurseler B. Continuous cementum apposition: Journal of Dental Research 1958; 37:501-504.

130. Zerosi C. Comparative histochemical observations of different pulp region. Journal of Dental Research 1967; 46:1246.