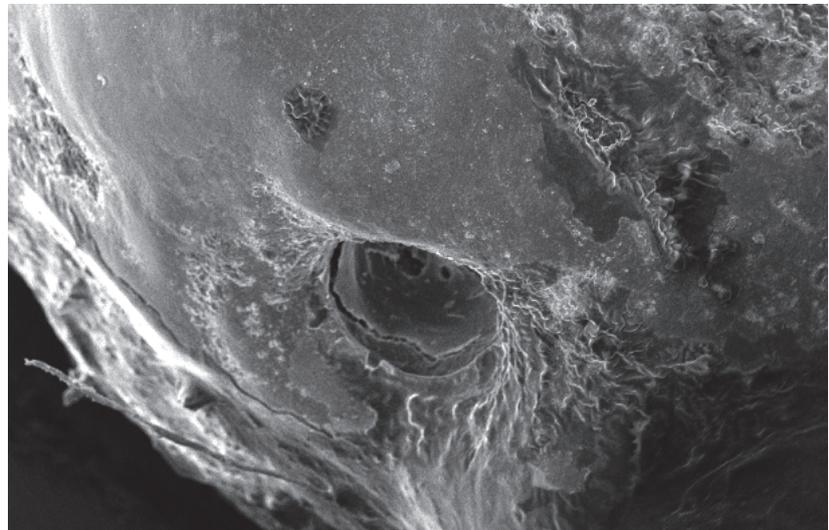
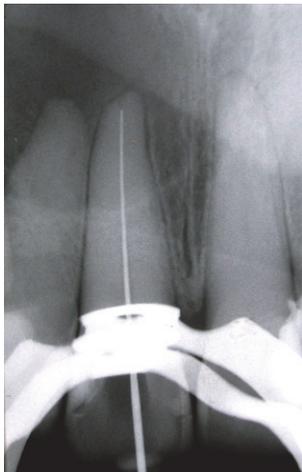


UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Cátedra de Endodoncia
Prof. Dra. Irene Lorenzo

Consideraciones morfológicas del ápice radicular vinculadas a la clínica. Límite apical.



Dra. Sylvia Martinelli Baumgartner

Prof. Adj. Grado 3, Cátedra de Endodoncia

Facultad de Odontología Universidad de la República.

Montevideo- Uruguay

Mayo 2012

SUMARIO

1	REGIÓN APICAL	3
1.1	Evolución del ápice	3
2	CONSIDERACIONES ANATÓMICAS E HISTOLÓGICAS.....	4
3	TEJIDOS QUE CONFORMAN LA ZONA APICAL	6
3.1	Cemento apical.....	6
3.1.1	Aposición de cemento	7
3.1.2	Reabsorción de cemento	7
3.2	Ligamento periodontal	9
3.3	Hueso alveolar	10
3.4	Dentina apical.....	10
3.5	Pulpa apical	10
3.6	Diferencias entre pulpa y periodonto.....	10
4	ANATOMÍA APICAL.....	11
4.1	Unión cemento dentina.....	12
4.2	Constricción apical	13
4.3	Foramen apical.....	14
4.3.1	Forma del foramen.....	15
4.3.2	Diámetro del foramen	16
4.3.3	Ubicación del foramen	16
4.3.4	Distancia del foramen al ápice anatómico.....	16
5	LÍMITE APICAL DE LA PREPARACIÓN.....	20
5.1	Dientes con pulpa vital	22
5.2	Dientes con pulpa necrótica	22
5.3	Dientes con pulpa necrótica y foco apical.....	22
6	LÍMITE DE LA OBTURACIÓN.....	24
7	DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO	26
7.1	Métodos radiográficos	27
7.2	Métodos eléctricos: Localizadores apicales.....	27
7.3	Imagenología	29
8	CONCLUSIONES	29
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
	Agradecimientos	32

CONSIDERACIONES MORFOLÓGICAS DEL ÁPICE RADICULAR VINCULADAS A LA CLÍNICA. LÍMITE APICAL.

El tercio apical es la zona de mayor relevancia para el éxito del tratamiento endodóntico y es donde se ubica el límite de la instrumentación y obturación para evitar lesionar los tejidos periapicales. A partir de este concepto se realizó una revisión sobre los tipos de tejidos que conforman el tercio apical, así como las diferentes variantes histológicas y anatómicas que se pueden encontrar. Se tuvieron en cuenta los aspectos radiográficos y/o patológicos del área apical que pudieran influir en la búsqueda de la longitud de trabajo o límite de la preparación.

1 REGIÓN APICAL

La región apical es considerada una zona compleja debido a los distintos tejidos que se involucran en su formación. Es el sector que más preocupa conocer y dominar desde el punto de vista terapéutico.

La formación radicular es consecuencia de la proliferación de la vaina de Hertwig que actúa de modeladora, a medida que se va depositando la matriz dentinaria elaborada por los odontoblastos.

A medida que la raíz se va formando, la vaina de Hertwig involucre por un proceso regresivo. Cuando el diente comienza su erupción, se han formado las 2/3 partes de la raíz. El ápice radicular se presenta abierto en forma de embudo y en su interior se encuentra la invaginación del tejido periodontal. Con la edad, el foramen apical comienza a estrecharse a expensas de la deposición de cemento, pero siempre permitiendo el pasaje de vasos y nervios al interior del conducto. Alrededor de los 3 años se completa el cierre apical (calcificación) (Fig. 1).

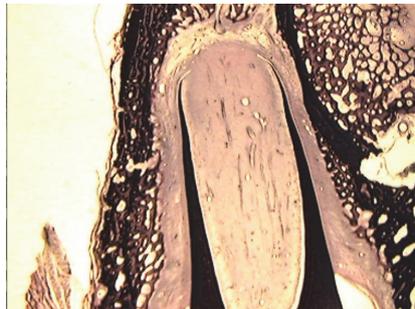


Fig. 1: Formación radicular. Cátedra de Histología FO (UdelaR)

1.1 Evolución del ápice

En la formación del ápice, Pucci & Reig, (1948) (1) describen 4 etapas:

- A. Ápice abierto, paredes paralelas a divergentes, existiendo una continuidad entre pulpa y periodonto.
- B. Ápice abierto terminando su formación, solo las paredes del foramen permanecen divergentes.
- C. Formación completa del ápice.

D. Ápice cerrado, existiendo un mínimo contacto entre pulpa y periodonto a través del sistema vásculonervioso (Fig.2).

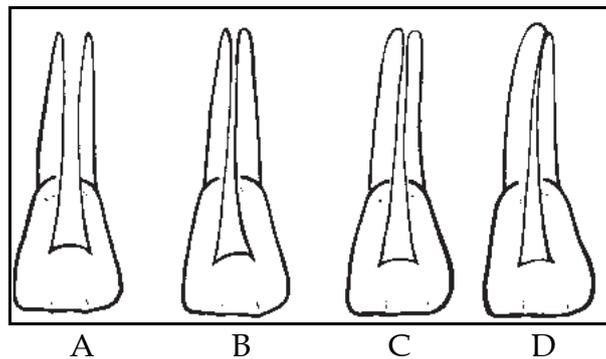


Fig. 2: Evolución del ápice (Extraído del manual de Perrone 1989)

2 CONSIDERACIONES ANATÓMICAS E HISTOLÓGICAS

El ápice radicular presenta variaciones anatómicas e histológicas, pudiendo observarse diferentes situaciones:

1. Un **foramen amplio**, con pulpa y periodonto que se continúan en forma insensible (Fig. 3).
2. Presencia de un **delta apical**. Al completarse el cierre apical, se deposita dentina y posteriormente cemento alrededor de las ramificaciones vásculonerviosas que penetran en el conducto, dando lugar al delta apical. Al estudio microscópico, se observan pequeños orificios por donde llegan los vasos que corresponden: al foramen y a las foraminas. Entre los 20 y los 40 años se encuentra la mayor cantidad de ramificaciones a nivel del ápice. A medida que avanza la edad, los pequeños conductos se calcifican, disminuyendo su número (2) (Fig. 4).
3. Se pueden encontrar **conductos laterales, secundarios y accesorios**. Estos se forman en la etapa embrionaria, existiendo dos teorías: por ruptura de la vaina epitelial, se interrumpe la dentinogénesis estableciéndose un contacto directo entre ligamento periodontal y pulpa. O cuando la vaina epitelial es atravesada por nervios y vasos que van del saco a la papila dental. Estos conductos, se ubican preferentemente en el tercio apical (3) (Fig. 5).

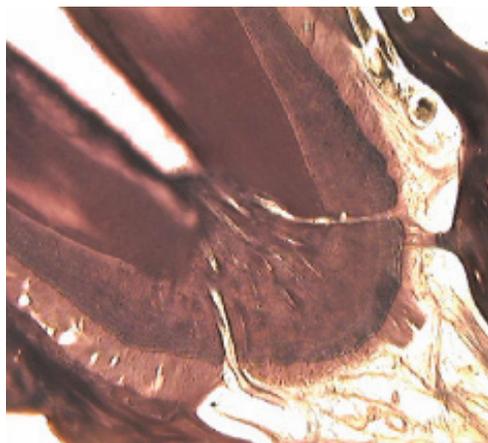


Fig. 3: Corte que muestra un foramen amplio. Fig. 4: Presencia de un delta apical. Cátedra de Histología FO (UdelaR)

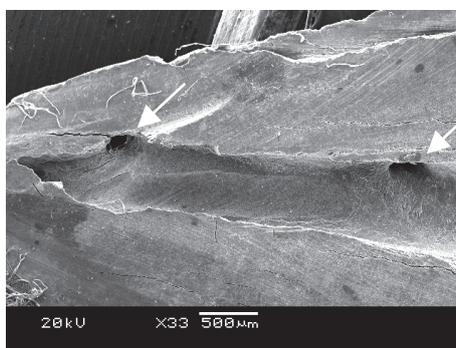


Fig. 5: Conductos laterales observados con MEB en un corte longitudinal de la raíz

En la figura 6 se observa la presencia de un conducto lateral que fue incluido cuando se tomó la impresión para el perno. El clínico debería tener en cuenta que estos conductos son vías de propagación de patologías del tejido pulpar al periodonto y viceversa. Sería deseable que quedaran obturados, de lo contrario habría que sellar herméticamente el conducto principal hasta ese nivel cerrando la puerta de entrada que pudiera llevar al fracaso.



Fig. 6: Impresión de conducto lateral (Obtenida por estudiante de Clínica Integrada IV, UdelaR)

Otra variante que se encuentra a nivel del foramen es la diferente disposición de la dentina y el cemento (4). Estos tejidos pueden distribuirse de diferentes formas:

- A. La dentina rodea el conducto, y por fuera de ésta, se ubica el cemento que aumenta de espesor con la edad.
- B. El foramen apical es obliterado por cemento con pequeños orificios de salida.
- C. El periodonto se invagina dentro del conducto, observándose una capa de cemento intracanalicular, por fuera dentina y por último una capa externa de cemento (Fig. 7).

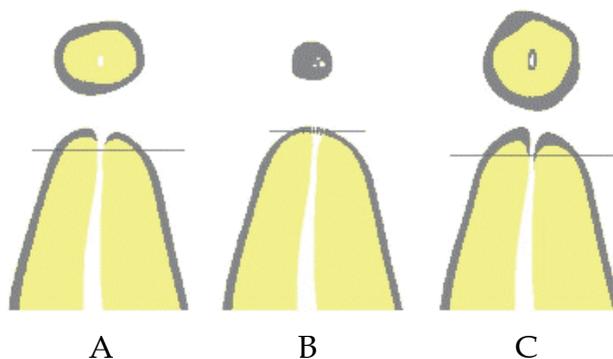


Fig. 7: Disposición de la dentina y el cemento en el ápice

Cada ápice presenta una estructura diferente, y va cambiando con el tiempo influenciado por factores como fuerzas oclusales, movimientos ortodóncicos y patologías.

3 TEJIDOS QUE CONFORMAN LA ZONA APICAL

En la zona apical se encuentra el periodonto de inserción que comprende: cemento, ligamento y hueso alveolar; y el complejo dentinopulpar.

La región apical y periapical es un área de alta dinámica metabólica; zona que puede ser traumatizada durante el tratamiento de conductos, irritada por productos en descomposición, bacterias y toxinas, sensible a las agresiones, pero con gran capacidad defensiva.

3.1 Cemento apical

El cemento es un tejido conectivo especializado, avascular y mineralizado que cubre la raíz. Tiene funciones específicas como protección de la dentina, fijación del diente al alvéolo a través de las fibras del ligamento periodontal, así como reparación de las reabsorciones dadas por un proceso fisiológico (migración dentaria), iatrogénico (ortodoncia), o patológico (alteración pulpar). Este tejido también colabora en la reparación de fracturas radiculares horizontales u oblicuas y es importante resaltar su capacidad biológica de obliterar el foramen apical luego de un correcto tratamiento endodóntico.

Los desgastes fisiológicos del diente se ven compensados por la deposición de cemento que irá estrechando la luz del conducto y el diámetro del orificio apical, pudiendo disminuir el aporte sanguíneo si la constricción es excesiva. Esto induce a cambios degenerativos o regresivos pulpares.

En el tercio apical solo se encuentra cemento secundario o celular, más irregular que el cemento primario, aumentando de espesor con la edad y a mayor sobrecarga funcional.

El espesor de cemento en la zona apical varía de 189 μm a 585 μm . En el tercio medio es menor de 72 μm a 238 μm mientras que en el tercio cervical oscila entre 54 μm y 128 μm . (5) Estos autores observaron que el grosor de este tejido en el tercio apical, aumenta con la edad, pudiendo llegar a triplicarse en pacientes mayores. Más adelante se verá, como influye el aumento de espesor en la determinación de la longitud de trabajo.

3.1.1 *Aposición de cemento*

La aposición de cemento puede ser por causas fisiológicas o patológicas.

Por causas fisiológicas es cuando el estímulo provocado por la masticación, la erupción pasiva y el desgaste oclusal producen un ensanche del espacio periodontal que normalmente es compensado por la hiperplasia de cemento, manteniendo constante la longitud del diente.

Las causas patológicas como factores irritativos, traumáticos o infecciosos pueden producir hipercementosis (Fig.8 y 9) o hipertrofia en dientes vitales o infectados. Histológicamente su estructura se asemeja al cemento secundario.

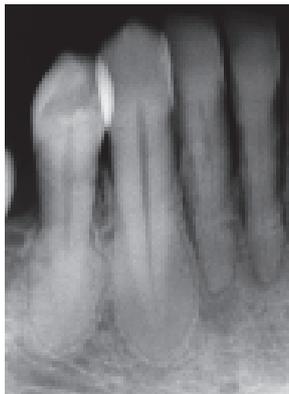


Fig. 8: Obsérvese la deformación de los ápices del premolar y canino inferior provocado por la hipercementosis

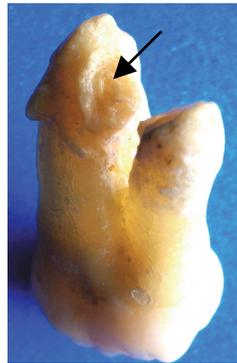


Fig 9: Hiper cementosis

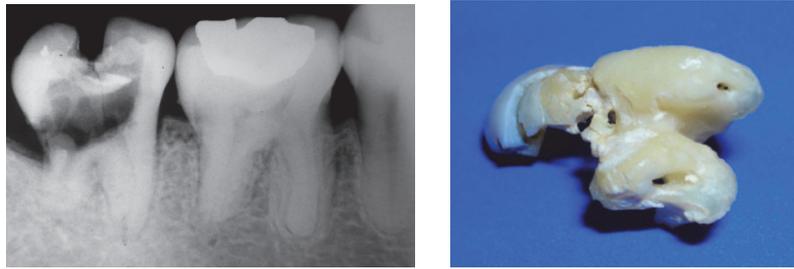
3.1.2 *Reabsorción de cemento*

La reabsorción de cemento a nivel apical puede ser por causas traumáticas, iatrogénicas, o infecciosas.

Fisiológicamente, la pieza dentaria se mueve hacia mesial y oclusal por fuerzas en esa dirección (fuerzas eruptivas), generando en el área apical zonas de presión y tensión que provocan reabsorción y deposición respectivamente (6).

La oclusión traumática puede producir una reabsorción de cemento leve o intensa pudiendo llegar a dentina.

La reabsorción iatrogénica es debida al desplazamiento ortodónico al ejercer una presión excesiva sobre el diente; y se observa radiográficamente como una reabsorción horizontal (Figs. 10 y 11).



Figs. 10 y 11: Reabsorción radicular por posibles causas ortodónicas

La causa más común de reabsorción cementaria es la infecciosa producida por bacterias y sus toxinas que reabsorben tejidos duros, cemento y dentina e invaden los túbulos dentinarios. Harrán Ponce (2003) (7) observó en conductos infectados, que el 43,05% del espesor de dentina apical estaba contaminado haciendo más difícil su saneamiento.

La reabsorción se inicia en el punto donde se posiciona la agresión. En la mayoría de los casos los ápices están desviados hacia distal, siendo las reabsorciones oblicuas. Si el foramen se ubicara central en el ápice anatómico, la reabsorción sería de taza invertida (8).

Los procesos periapicales pueden ser motivo de reabsorciones de cemento y dentina (Fig. 12). A partir de un conducto infectado, el periodonto se inflama y reemplaza el hueso alveolar por tejido de granulación como mecanismo de defensa. Más lentamente la cara interna del periodonto reabsorbe cemento apical, mientras que el tejido granulomatoso tratará de organizarse y controlar la infección.



Fig. 12: Área apical de premolar inferior. Se observa una marcada reabsorción cementodentinaria.

Cuando la pulpa radicular termina en forma de delta o en conductos accesorios con varios forámenes, la infección abarca un área mayor en los tejidos periapicales.

En pulpas mortificadas con procesos periapicales, es posible observar reabsorciones de cemento y dentina, dejando una superficie en forma de cráteres o nichos, que fácilmente es invadida por microorganismos. Estos se disponen formando colonias en forma de biopelícula o biofilm, adherida a la estructura dentaria ayudados por su matriz de exopolisacáridos que los envuelve. Forman un ecosistema difícil de ser

erradicado por las defensas del huésped, siendo muy resistentes al tratamiento endodóntico.

El grado de reabsorción dependerá de la patogenicidad, cantidad y virulencia de los gérmenes presentes y de la respuesta defensiva del organismo

Las reabsorciones y aposiciones de cemento inducen cambios morfológicos en el ápice, provocando alteraciones de su forma original.

Brau Aguadé (1991) (9) observó en 156 piezas dentarias extraídas, que un 34,5% presentaban ápices en punta, quizá por las continuas aposiciones de cemento que van alterando su forma. Cuando en la práctica se encuentran estos casos, se tendrá la precaución de no debilitar las paredes al instrumentar, creando microfisuras de los tejidos duros (cemento y dentina), lo que provocaría mayor esfuerzo por parte de los tejidos periapicales para reparar la zona. En estos casos al realizar la preparación puede estar indicado utilizar la técnica telescópica o step back para conductos rectos (Fig 13).



Fig. 13: Incisivo inferior con espesor de paredes finas

3.2 Ligamento periodontal

El periodonto es un tejido conjuntivo denso, fibroso, que contiene fibras colágenas y diferentes tipos de células:

- Células de defensa
- Células epiteliales derivadas de la vaina radicular de Hertwig
- Fibroblastos, cementoblastos y osteoblastos que actúan en la reparación
- Células clásticas (cementoclastos y osteoclastos) responsables del proceso de reabsorción.

Este tejido tiene gran capacidad defensiva, reparativa y regenerativa.

Las modificaciones en el espesor del periodonto se compensan con reabsorciones o aposiciones de las paredes cementaria y ósea. El periodonto deposita cemento en zonas donde las fibras se hallan en exagerada tensión. Cuando la tensión desaparece, para mantener normal el espacio periodóntico, la reabsorción es a expensas de la pared alveolar, manteniéndose el cemento engrosado.

3.3 Hueso alveolar

El hueso alveolar, de origen ectomesenquimático, presenta una matriz fibrosa de colágeno y células: osteoblastos, osteocitos y osteoclastos. Es un tejido que sufre constantemente cambios metabólicos de reabsorción y aposición. Normalmente, próximo al ápice, el hueso se reabsorbe más que el cemento. Durante el proceso inflamatorio de los tejidos perirradiculares, la reabsorción está acentuada.

3.4 Dentina apical

La dentina es un tejido conectivo mineralizado formada por túbulos que la atraviesan en toda su extensión, por ello es considerada como una membrana semipermeable.

La dentina apical es amorfa, irregular, esclerótica y menos permeable por tener pocos túbulos dentinarios (8000/mm²), un 20% de los que existen en la corona. Estos túbulos son cortos, rectos, con escasas ramificaciones.

3.5 Pulpa apical

La pulpa es un tejido conjuntivo, que se diferencia de los del resto del organismo por presentar células altamente diferenciadas, los odontoblastos o dentinoblastos como los llamó Weine (1997) (10) encargados de la formación de dentina.

La pulpa apical es semejante al ligamento periodontal, con mayor cantidad de fibras y menos células con respecto al tejido pulpar coronario. Presenta pocos odontoblastos alineados, sin forma típica, más aplanados, irregulares, con núcleos más picnóticos. A pesar de ser diferente a la pulpa coronaria, igualmente produce la dentinificación de las paredes del conducto a ese nivel. Esta porción pulpar reacciona biológicamente y contribuye a la obliteración defensiva del conducto frente a diferentes irritantes.

3.6 Diferencias entre pulpa y periodonto

Existen diferencias desde el punto de vista histológico entre la pulpa del conducto dentinario y el periodonto del conducto cementario (11).

La pulpa y el periodonto son dos tejidos conjuntivos, estrechamente relacionados, con una dependencia recíproca, pero que poseen características propias que hace que respondan de manera diferente. La pulpa, como se señaló, presenta los odontoblastos, diferenciándola del periodonto. A su vez se encuentra dentro de una cavidad de paredes inextensibles, con una vitalidad limitada por el aporte nutricio que le llega a través del foramen apical.

El periodonto, posee una rica red vascular colateral, que le permite curar las lesiones apicales; mientras que la pulpa, que presenta una irrigación terminal, puede claudicar frente a un proceso inflamatorio severo.

No existe un límite exacto entre el tejido pulpar y periodontal, la transición se da aproximadamente en la unión del cono dentinario con el cementario.

Para Grove 1930, citado por Azabal, (1993) (12) el tejido que ocupa el final del conducto, (cono cementario) no correspondería llamarlo muñón pulpar, pues no presenta odontoblastos, por ello en esa zona del conducto no se forma dentina, sino cemento. En el tratamiento se evitará tocar este tejido rico en fibras y otros elementos, ya que tiene gran capacidad de promover la reparación y el cierre biológico del foramen a partir de tejidos duros (Fig. 14).

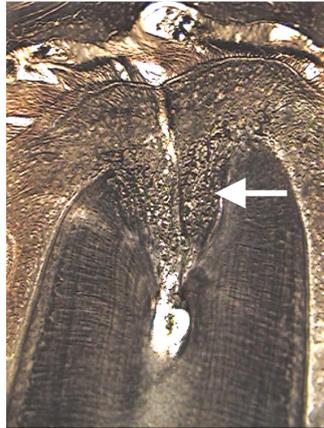


Fig. 14: Cono cementario ocupado por periodonto. Cátedra de Histología FO (UdelaR)

4 ANATOMÍA APICAL

A principios del siglo XX, los conocimientos de la anatomía radicular eran muy pobres, se creía que el conducto era un único cono que terminaba en el ápice radiográfico (Fig. 15 A).

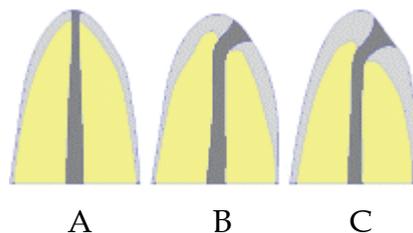


Fig.15: Forma del conducto. A: Creencia equivocada. B: Pacientes jóvenes y C: Pacientes mayores según Kuttler 1955.

En 1955, Kuttler (13) observó en 402 cortes histológicos, la anatomía topográfica y microscópica del ápice en cuanto a dirección, forma, diámetro de la parte final del conducto, así como el tamaño y ubicación del foramen como lo muestra la Fig. 16. En su estudio establece que el conducto radicular está formado por 2 conos, uno dentinario que se extiende paralelo al eje del diente, con base en la unión con la cámara y una parte más estrecha en contacto con el vértice del cono cementario (Fig.15 B y C). Este es más corto, en general no sigue el eje del diente y su diámetro mayor se abre al periodonto.

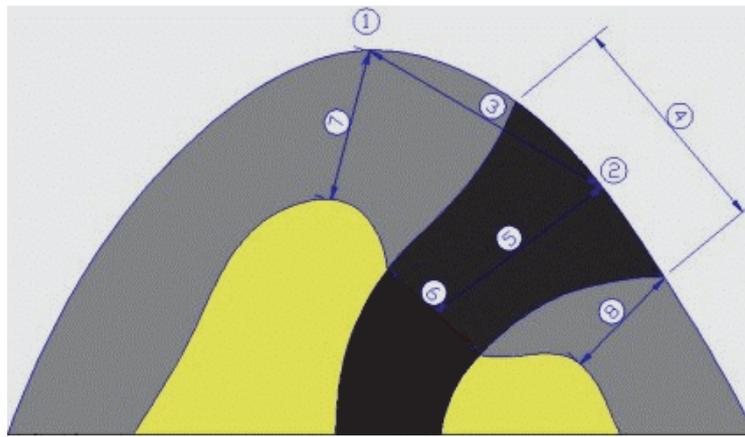


Fig 16: 1- Ápice anatómico; 2- Centro del foramen; 3- Distancia del ápice anatómico al centro del foramen; 4- Diámetro del foramen; 5- Distancia entre el centro del foramen y la parte más estrecha del conducto; 6- Diámetro del conducto a la altura de la unión cemento dentina; 7- Grosor del cemento del lado izquierdo del conducto; 8- Grosor del cemento del lado derecho del conducto.

4.1 Unión cemento dentina

La unión cemento dentina (UCD), también llamada límite cemento dentinario (LC-D), es donde se une el cono dentinario con el cementario. Su diámetro promedio corresponde a 224 μm en pacientes jóvenes y 210 μm en adultos (13). Esta unión se considera el límite apical de trabajo para la preparación y obturación. Hasta aquí estaríamos respetando el contenido del conducto cementario (tejido de transición entre pulpa y periodonto), responsable de la reparación por deposición de tejidos duros luego de la terapia endodóntica.

Harrán Ponce & Vilar Fernández (2003) (7), realizaron una evaluación histológica del diámetro del conducto en la UCD de incisivos y caninos superiores, demostrando su variabilidad. Para incisivos centrales correspondió a 353 μm , incisivos laterales: 292,25 μm , y caninos: 298,16 μm . Estos valores llevados a la clínica indicarían el diámetro de las limas 30 y 35.

Este límite sufre modificaciones, siendo variable e irregular, su ubicación se torna difícil durante el tratamiento. (Coolidge 1929, citado por Fava & Siquiera 2000 (6). Se halla aproximadamente entre 1 y 2 mm del ápice.

Langeland citado por Ricucci (1998) (14), establece que la UCD puede presentarse en una pared más próxima al ápice que en otra, dependiendo de la invaginación del cemento en el conducto; por lo tanto la distancia del límite C-D al ápice no es igual en todo el perímetro (Fig. 17). Sólo en un 5% de los casos, el cemento alcanza el mismo nivel en todas las paredes del conducto. En general se puede observar más extendido en el lado cóncavo de la curva del conducto (15). El cemento puede unirse a la dentina a 0,5 mm en una superficie y 3 o 4 mm en la otra, o por diferentes razones la UCD puede estar por completo fuera del conducto (16). Si se pasara este límite a un plano se obtendría una línea irregular como lo demostró Harrán Ponce & Vilar Fernández (2003) (7) (Fig 18). Este autor, así como Walton & Vertucci 1996, citado por Fava 2000, (6) establecen que el límite no es localizable desde el punto de vista clínico ni radiográfico, solo se lo considera histológicamente.

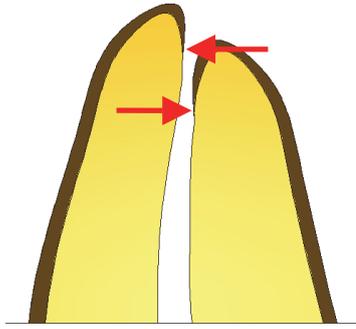


Fig. 17: Diferentes niveles de la unión cemento dentina

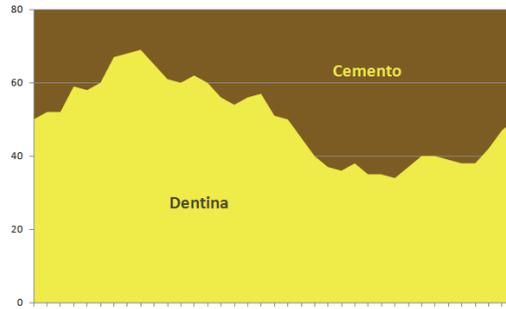


Fig. 18: Límite cemento dentina desarrollado en un plano

4.2 Constricción apical

La constricción apical corresponde a la zona más estrecha del conducto. Taylor (1988), Weine (1982), Ingle (1973) citados por Ricucci (1998) (14), así como Kuttler (1955) (13), consideraron que ésta se ubicaba en la unión cemento dentinaria. Actualmente se ha comprobado que no siempre es así. (12, 14,15).

La forma y la localización de la constricción apical son variables y no se detectan en la radiografía.

Mizutani, Norikazu & Nakamura (1992) (17) en su trabajo sobre 90 dientes anteriores, observaron la forma de la constricción, siendo más circular que ovoide. Su diámetro promedio vestibulo palatino correspondió a:

- 0,425 mm en Incisivos Centrales
- 0,369 mm en Incisivos Laterales
- 0,375 mm en Caninos

Para estos autores la distancia de la constricción al ápice correspondiente a los incisivos centrales, laterales y caninos fue de 0,863 mm, 0,825 mm, y 1,010 mm respectivamente.

Los estudios de Gani & Visvisian (1999) (18) sobre el diámetro apical en primeros molares superiores demostraron el predominio de la forma circular en el conducto palatino, oval en el conducto mesiovestibular, mientras que en el distovestibular se encontraron tanto circulares como ovals.

Otras publicaciones (19) encontraron que los conductos frecuentemente son ovals o acintados en su tercio apical.

Teniendo en cuenta la forma y el diámetro del conducto en el tercio apical, su correcta limpieza y conformación dependerá del diámetro del último instrumento utilizado en la preparación. En el 90% de los casos estudiados el diámetro de la primera lima utilizada, fue menor que el diámetro más estrecho del conducto (20).

Para determinar el diámetro apical del conducto, no podemos guiarnos por la primera lima que ajusta debido a que ésta presenta interferencias en su trayecto. Actualmente al realizar el ensanche temprano del tercio coronario y medio, se eliminan estas interferencias, por lo tanto, la lima inicial que ajuste en el conducto, será aproximadamente dos números mayor (21). Esto determina que la preparación

apical deba realizarse con una lima de mayor diámetro de la usada hasta el momento.

Estudios de Peters, Laib, Rügsegger & Barbakow (2002) (22) utilizando tomografía computada, determinaron un modelo tridimensional del sistema de conductos que permite medir en forma precisa, su volumen, área y tamaño. Ellos observaron en molares superiores el diámetro del conducto a 0,5 mm del ápice. Para el conducto mesiovestibular correspondió a $188 \pm 5 \mu\text{m}$, el conducto distovestibular: $174 \pm 12 \mu\text{m}$ y el palatino $318 \pm 23 \mu\text{m}$. Es importante este concepto a la hora de seleccionar la lima maestra para lograr una correcta limpieza del conducto.

La correlación entre el diámetro del instrumento y el diámetro del conducto varía debido a la forma del conducto. Esto dificulta la limpieza, conformación y obturación de aquellos conductos con sección apical oval (18, 19)

Dummer, Mc Ginn & Rees (1984) (23) describieron diferentes tipos de constricción:

- A. Simple
- B. Cónica afinándose hacia el ápice
- C. Múltiple
- D. De trayecto extenso (El autor la llama constricción paralela)

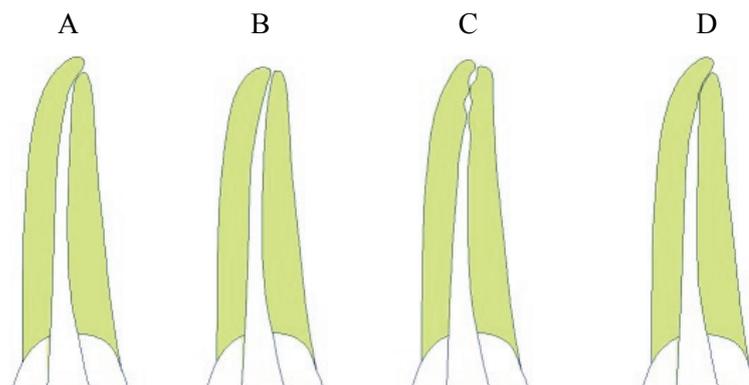


Fig. 19: Diferentes tipos de constricción apical

Si se tuviera en cuenta la sensación táctil, en la búsqueda de la constricción, los casos B, C y D, serían factibles de errores, pudiendo quedar al ras en B, y más cortos en C y D (Fig. 19)

El autor observó piezas dentarias con constricción simple solo en el 50% de los casos; siendo la distancia promedio al ápice de 0,89mm.

4.3 Foramen apical

El foramen apical corresponde al diámetro mayor del cono cementario ubicado sobre la superficie radicular externa.

Existe un foramen correspondiente a la salida del conducto principal, pero pueden encontrarse conductos accesorios o secundarios a nivel apical que dan lugar a numerosos forámenes o foraminas (Fig.20). Gutiérrez & Aguayo (1995) (24) hallaron

entre 1 y 16 foraminas ubicadas a distintas distancias del ápice anatómico. Esto determina clínicamente, la importancia de realizar: a) una **correcta limpieza** con irrigantes y quelantes para abarcar zonas inaccesibles a los instrumentos (conductos laterales y deltas apicales); b) una **obturación hermética**, sellando esas puertas de entrada mediante técnicas plastificadas y/o cementos de alto corrimiento.

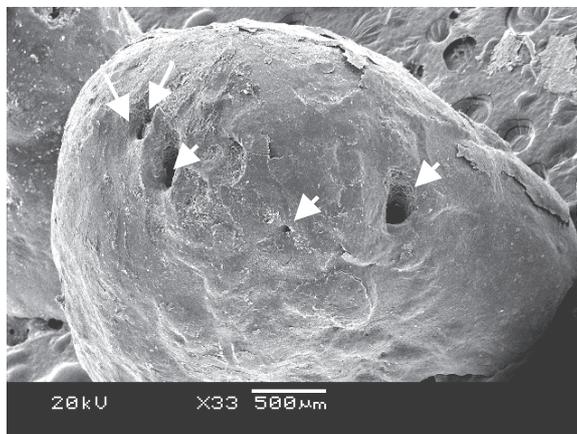


Fig. 20: Fotomicrografía de foraminas observadas con MEB

Otros estudios (Morfis, Sylaras, Georgopoulou, Kernani & Prountzos 1994) (25), encontraron más de un foramen principal en todos los dientes excepto en la raíz palatina de molares superiores y raíz distal de molares inferiores. También observaron en 24,1% de premolares superiores y 26% de incisivos superiores, la ausencia de foramen principal. El porcentaje más alto de forámenes principales múltiples lo hallaron en raíces mesiales de molares inferiores (50%), premolares superiores (48,3%) y raíz mesiovestibular de molares superiores (41,7%). Los premolares superiores presentaron mayor número de forámenes accesorios, con un tamaño medio de 53,4 µm, así como una anatomía apical muy compleja.

Para el estudio del foramen, se consideran diferentes aspectos: su forma, diámetro, ubicación y distancia al ápice radiográfico.

En dientes jóvenes el conducto principal y su foramen apical son amplios. A medida que se deposita dentina, va disminuyendo la luz del conducto y el foramen se estrecha. Factores como la edad, la erupción pasiva, presiones de la lengua, movimientos fisiológicos del diente en dirección mesial, provocan la formación de cemento determinando que el foramen presente una forma y ubicación variable con respecto al ápice anatómico (26).

4.3.1 Forma del foramen

Maresca, Sierra, Fernández Monjes, & Lopreite (1992) (27), realizaron un estudio del foramen en 330 piezas dentarias tomadas al azar, hallándolos con bordes irregulares en aproximadamente 70% y regulares en un 30%; siendo su forma circular, arriñonada, en forma de embudo o con tabiques. Estos estudios fueron coincidentes con los de Green (1956) (28).

4.3.2 Diámetro del foramen

Los diámetros del foramen pueden ser variables (27):

De 100 a 300 μm	→	70,97%
De 400 a 600 μm	→	16,13%
De 900 a 1500 μm	→	6,40%
De 1500 a 2500 μm	→	6,45%

Para Kuttler (1955) (13), el diámetro promedio correspondió a: 502 μm en jóvenes, y 681 μm en adultos.

Las investigaciones de Green (1956) (28), dieron como resultado que el diámetro más estrecho correspondía a los incisivos, caninos y segundos premolares inferiores (0,30 mm. = 300 μm), y el más amplio a la raíz distal de los molares inferiores (0,65 mm. = 650 μm).

En otros trabajos (25) se observaron variaciones de diámetro que oscilaron entre 210 μm en premolares superiores y 392 μm en raíces distales de molares inferiores.

4.3.3 Ubicación del foramen

El foramen puede ubicarse en cualquiera de las caras de la raíz: mesial, distal, vestibular, o lingual.

Olson, Goerig & Cavataio (1991) (29) observaron en 213 conductos de piezas dentarias superiores que la desviación del conducto a vestibular o lingual era mayor en caninos: 50%, seguido de los molares 25% e incisivos centrales 23%. Esto determina que el foramen se ubique a vestibular o lingual, impidiendo su observación radiográfica, lo que puede llevar a una sobreinstrumentación accidental. (Fig 21)

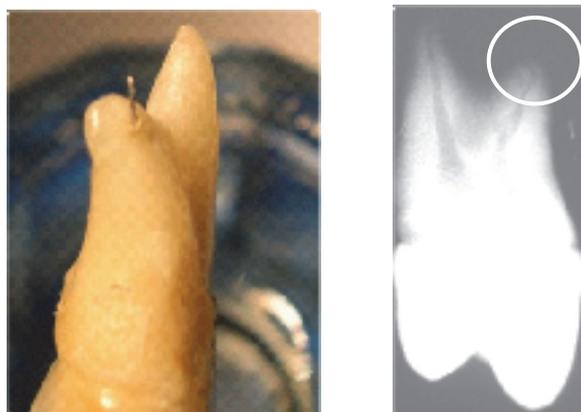


Fig.21: Premolar superior con salida lateral

4.3.4 Distancia del foramen al ápice anatómico

La terminación del conducto, puede o no coincidir con el ápice anatómico, siendo esta distancia variable. Mizutani, Norikazu & Nakamura (1992) (17) observaron una coincidencia del foramen apical con el ápice anatómico de 16,7 % en incisivos centrales y caninos superiores y 6,7% en incisivos laterales superiores.

Langeland (1971) (30), describe 3 situaciones típicas de terminación del conducto:

- Conducto recto que termina en el ápice.
- Conducto curvo, acompañando la forma de la raíz, que termina un poco antes del ápice radiográfico
- Conducto recto que termina antes del ápice radiográfico (Fig. 22).

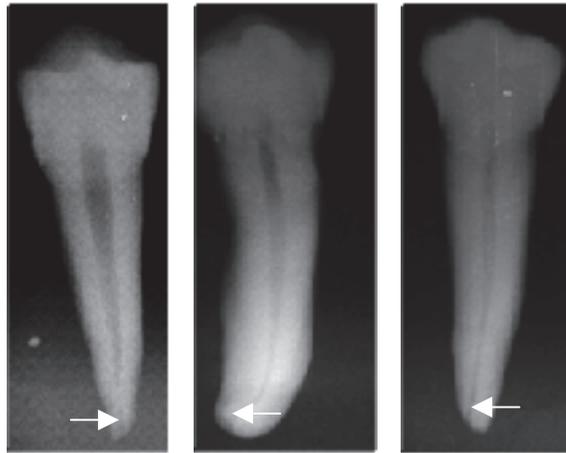


Fig.22: Terminación del conducto

Kuttler (1955) (13) demostró que el foramen no coincidía con el ápice anatómico en un 68% en jóvenes y un 80% en adultos.

En 1995 Gutiérrez & Aguayo (24) realizaron un estudio con microscopio electrónico de barrido en 140 dientes permanentes extraídos, encontrando que todos los conductos se desviaban del eje longitudinal de sus raíces y que la distancia del foramen al ápice variaba significativamente de 200 μm a 380 μm .

Dummer, Mc Ginn & Rees (1984) (23) observaron 270 dientes y realizaron mediciones de la distancia ápice-foramen y ápice-constricción, sacando medidas promedio. Ellos advirtieron que la distancia del foramen al ápice en dientes anteriores correspondía a 380 μm , semejante a lo hallazgos de Chapman (1969) citado por el mismo autor. La distancia es mayor en dientes posteriores y aumenta también con la edad debido a la deposición de cemento.

La distancia del foramen principal al ápice anatómico nunca fue mayor de 1 mm. La mayor distancia se observó en incisivos inferiores (978 μm), en raíz distal de molares inferiores (818 μm) y en premolares superiores (816 μm) (25).

Green (1960) (32), en sus estudios microscópicos de 700 ápices de multirradiculares observó que un 50% de los forámenes se ubicaban en posiciones excéntricas con una desviación de hasta 2 mm del ápice radiográfico, mientras que las foraminas se ubicaban a mayor distancia, dependiendo de cada pieza dentaria.

En la Fig. 23 se observa la desviación del conducto distal, ubicándose el foramen lateralmente.

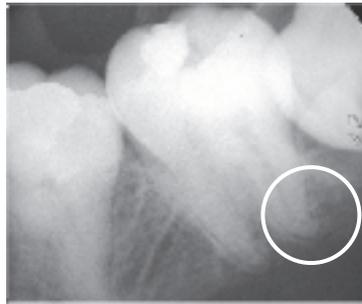


Fig. 23: Desviación del conducto hacia distal.

Un factor a considerar son las fuerzas oclusales que reciben las piezas dentarias. Las mayores cargas las absorben las raíces mesiovestibulares de molares superiores y ambas raíces de molares inferiores. Por ello hay mayor deposición de cemento en estas piezas, como respuesta de adaptación a los estímulos funcionales y fisiológicos, lo que produce una mayor desviación del foramen. (Blaskovit-Subat, Maricic & Sutalo, 1992) (31).

Para demostrar el grado de complejidad del tercio apical, Langeland (1971) (30), realizó cortes transversales micrométricos de raíces dentarias, observando que los conductos no siempre coincidían con el ápice anatómico (Fig 24).

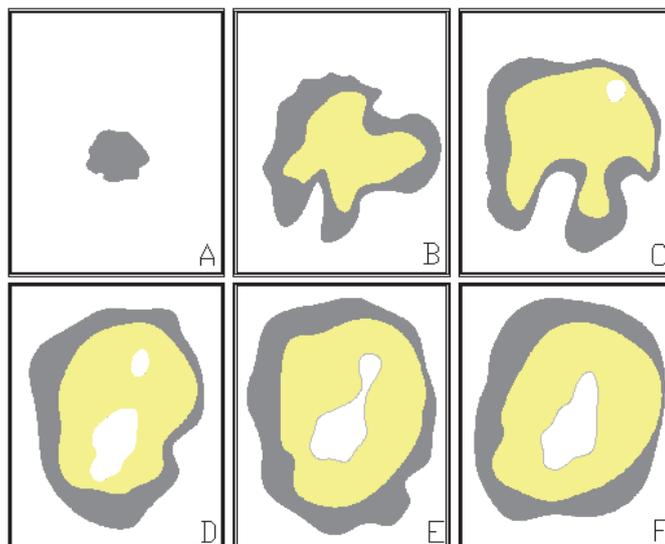


Fig. 24: Cortes seriados del tercio apical. A) Ausencia de conducto en el corte más apical. B) Dos conductos que terminan en forma lateral. C) Terminación de un conducto menor más cerca del ápice, el conducto principal termina en forma lateral. Presencia de conducto lateral D) Presencia de dos conductos. E) División de conductos. F) Conducto asimétrico en un corte más coronario.

En el estudio realizado conjuntamente con Golubchin sobre 52 premolares superiores e inferiores, se observó en un 38% la desviación lateral del conducto principal al realizar cortes de 1, 2 y 3 mm del tercio apical y la presencia de conductos laterales y secundarios que no siempre se evidenciaron radiográficamente (Fig.25). (Trabajo presentado en la ENIFO 2007)

La Fig. 26 muestra los cortes transversales realizados en la raíz de un premolar inferior. En el corte más apical no se observa conducto, lo que estaría indicando que

no termina en el ápice anatómico. En el segundo corte, la flecha señala la salida lateral del mismo.

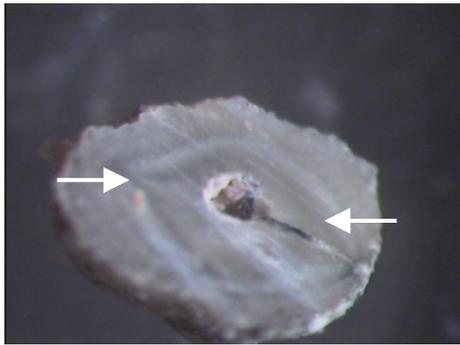


Fig. 25: Conductos laterales observados con Lupa Estereoscópica en un corte transversal

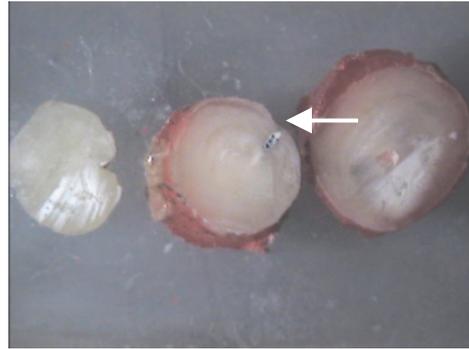
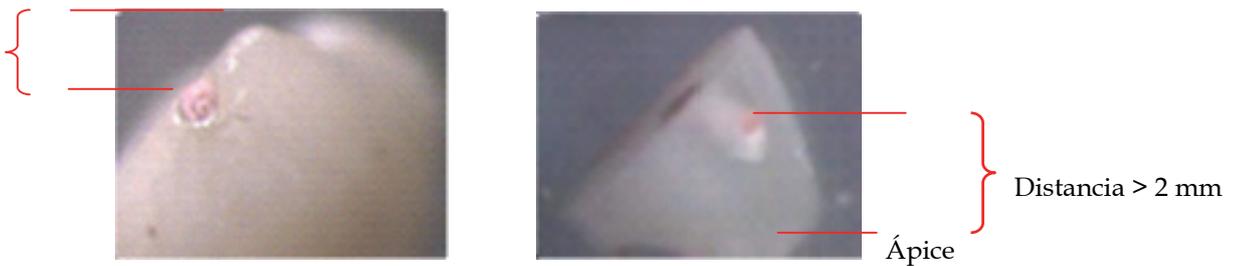
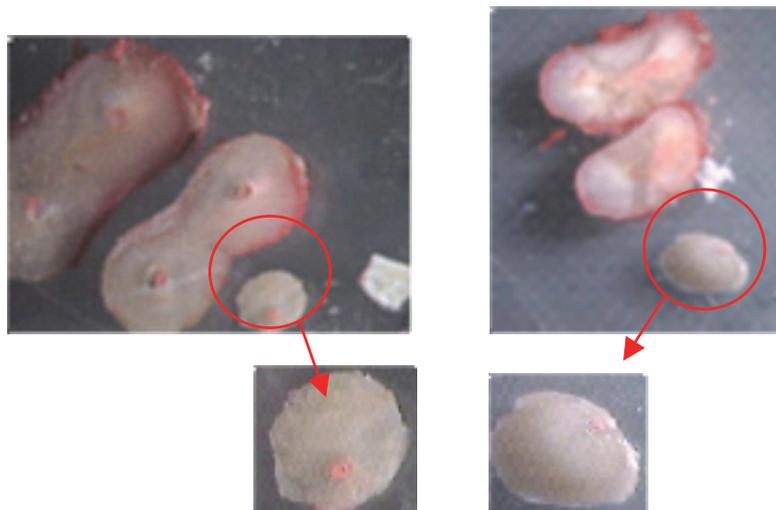


Fig.26: Salida lateral del conducto observada con Lupa Estereoscópica en cortes transversales

Analizando las figuras 27 y 28, se observa en el tercio apical de diferentes raíces, la salida del foramen en la pared lateral, a más de 2 mm. del ápice anatómico. En las figuras 29 y 30, el conducto principal deja de estar centrado para terminar lateralmente en el tercio apical.



Figs. 27 y 28: Corte apical de premolar superior. Distancia del foramen al ápice, mayor a 2 mm. (Observación con Lupa Estereoscópica)



Figs. 29 y 30: Terminación lateral del conducto. (Observación con Lupa Estereoscópica)

Cuando en la lectura radiográfica, se observa que el conducto desaparece cerca del ápice, puede estar indicando la existencia de una desviación a vestibular o lingual (Laurichesse, Chapelle & Griveau, 1977) (33) (Figs. 31 y 32).

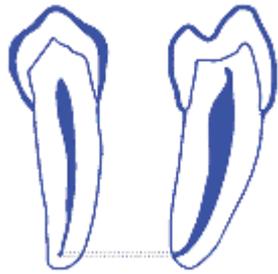


Fig. 31: Imagen frontal del conducto que corresponde a la salida vestibular o lingual del mismo

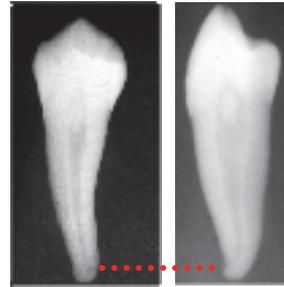


Fig. 32: Conducto del premolar inferior con salida a vestibular

ElAyouti, Weiger & Last, (2001) (34), realizaron un estudio sobre 91 dientes extraídos, hallando la longitud de trabajo por medio de la radiografía. Encontraron que el 51% de los premolares y el 22% de los molares que habían sido preparados entre 0 y 2 mm del ápice radiográfico, estaban sobreinstrumentados accidentalmente. Estas observaciones no se encontraron en piezas anteriores.

La sobreinstrumentación provoca un aumento del diámetro del foramen, impulsión de restos pulpares, limallas dentinarias, y sobreobturación, pudiendo causar una respuesta inflamatoria persistente y dolor post operatorio, que disminuye el porcentaje de éxito (14). De aquí se deduce, que pueden existir errores cuando se calcula la longitud de trabajo, tomando como referencia anatómica del foramen el ápice radiográfico.

5 LÍMITE APICAL DE LA PREPARACIÓN

En la terapia endodóntica uno de los problemas que se plantea es saber hasta donde llegar con la preparación y obturación.

Existen factores histológicos, fisiológicos, anatómicos y patológicos que gobiernan el área apical.

La mayoría de los autores, como veremos más adelante, están de acuerdo en quedarse más cortos, a 1 o 2 mm del ápice radiográfico, dentro del conducto dentinario.

La presencia de un delta apical establece un límite fisiológico para la preparación y obturación.

Schilder (1967-1976) (35), así como sus discípulos de Boston University fueron partidarios de tomar como límite, el ápice radiográfico, por considerarlo el único reproducible, a pesar de admitir que en la mayoría de los casos existía sobreinstrumentación. Consideraban que el ápice, era la única referencia reproducible (Fig.33). Este autor no tuvo en cuenta el límite C-D, ni la constricción por considerarlos variables.

Palmer et al (1971), citados por Weine (1997) (10), demostraron en estudios sobre 40 dientes, que cuando la lima se ubicaba en el ápice radiográfico, en un 50 %, el instrumento sobrepasaba el foramen uno o más milímetros. La sobreinstrumentación y la sobreobturación disminuyen las probabilidades de éxito, y aumentan el dolor postoperatorio.

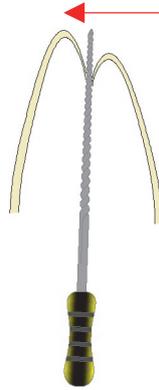


Fig. 33: Lima en el ápice

Teniendo en cuenta estos inconvenientes, se intentará llegar aproximadamente hasta el límite cemento dentina ubicado entre 0,5 y 1 mm del ápice, correspondiendo en general a la zona más estrecha del conducto. Allí se realiza un tope apical o stop que impida el pasaje de los materiales de obturación hacia el periápice Fig. 34



Fig. 34

Langeland (1996) citado por Ricucci (1998) (14), toma la constricción apical como punto ideal para la preparación y obturación, independiente del tejido que esté presente (dentina, cemento o ambos). Para ello recomienda realizar una buena lectura radiográfica, conocer la anatomía normal con sus posibles variaciones, tener en cuenta la sensación táctil llegando a la zona más estrecha, y por último colocar dentro del conducto un cono de papel, retirarlo, y observar la punta del cono. Si se encuentra teñida con sangre, se sospechará sobreinstrumentación, y habrá que corroborar con una nueva medida. Este autor no considera el diagnóstico de la pieza ni la presencia de lesión apical para la localización del límite de trabajo, demostrando histológicamente, que puede haber vitalidad pulpar en la zona apical y conductos laterales aún en presencia de radiolucidez.

Walton & Torabinejad (1991) (26), Brau Aguadé (1991) (9), opinan que el límite de la preparación depende de las circunstancias de cada diente. De acuerdo a este concepto, habrá que conocer la configuración anatómica con sus diferencias, la

longitud aproximada de las raíces, preveer la salida del conducto y obtener un diagnóstico pulpar y periapical preciso.

Existen diferentes tendencias de los autores con respecto al largo de la preparación según el diagnóstico:

5.1 Dientes con pulpa vital

Wu, Wesselink & Walton, (2000) (36) sostienen que en pulpas vitales, donde no existe contaminación microbiana, el punto favorable para terminar la instrumentación y formar un stop sería 2 ó 3 mm más corto que el ápice Rx. A su vez establecen que el remanente pulpar apical previene la extrusión de restos y materiales de obturación al periápice. Autores como Sjögren et al (1990) (37) y Kerekes & Tronstad (1979) (38) están de acuerdo con este concepto.

Actualmente se lleva la preparación a 1 mm del ápice radiográfico donde se supone que está el límite cemento dentina. En estos casos se preserva el muñón pulpar responsable de la reparación apical. (14, 9, 26,10)

Melkova (1970) citado por Azabal & Kessler (1993) (12), establece que el muñón pulpar está sometido a diferentes agresiones durante la preparación del conducto, que lo llevan a su claudicación, necrosándose. Por ello aconseja realizar la limpieza y conformación hasta el foramen apical, igual que en gangrenas con lesión periapical.

5.2 Dientes con pulpa necrótica

En conductos infectados, el objetivo del tratamiento consiste en la eliminación del tejido necrótico, restos, y microorganismos, tratando de reducirlos al máximo, para ser controlados por las defensas del huésped.

Los 3 mm apicales corresponden a una "zona crítica" como la llamó Weine (1997) (14), ya que pueden quedar atrapadas bacterias y toxinas en los túbulos dentinarios, foramen, y/o cemento. Cohen (1999) (39) señala que "un mm de conducto de 0,25 mm de diámetro que quede sin preparar puede contener aproximadamente 80.000 estreptococos, que seguramente producirán una reacción inflamatoria."

Buchanan (1989) (40) propone mantener el foramen permeable, libre de restos y residuos utilizando una lima fina, N° 10, en forma pasiva, que pase 1 mm a través de la constricción, sin ensancharla. Le llamó "lima de pasaje."

La posición de la cátedra, en caso de necrosis sin signos de reabsorción a nivel apical, es ubicar el límite a 1 mm del ápice igual que en dientes vitales.

5.3 Dientes con pulpa necrótica y foco apical

Muchas veces es difícil distinguir el ápice en dientes con gangrena y lesiones periapicales, debido a los cambios producidos por las reabsorciones de cemento y/o dentina.

Walton & Torabinejad (1991) (26) y Weine (1997) (10) determinan la longitud de trabajo según se manifieste radiográficamente o no reabsorción ósea y/o radicular. Cuando no se percibe ningún tipo de reabsorción trabajan a 1 mm del ápice

radiográfico, si se observa reabsorción ósea, a 1,5 mm, y si ésta se acompaña de reabsorción cementaria a 2 mm (Fig. 35).

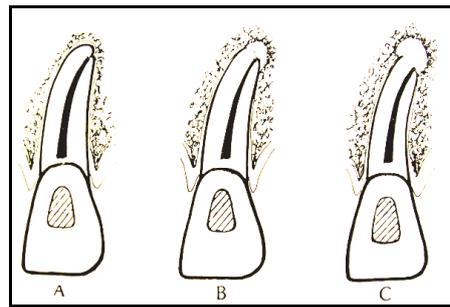


Fig.35: Ubicación del límite de la preparación. A. Sin signos de reabsorción. B. Sólo reabsorción ósea. C. Reabsorción ósea y radicular. (Extraído del manual de Perrone 1989)

Por el contrario, Leonardo & Leal (1994) (41), en gangrenas con lesiones periapicales consideran que siempre existe reabsorción de cemento, y preparan el conducto más próximo al ápice radiográfico, aproximadamente a 1 mm.

Las reabsorciones a nivel de cemento y dentina, provocan deformaciones en forma de cráteres biselados que no siempre se visualizan en la radiografía. (Tagger 1980, Weine 1972, citado por Herrero et al. 1993 (42) Esto provoca la exposición de los túbulos dentinarios, favoreciendo la penetración de las bacterias y sus toxinas.

Según Ingle (2004) (43) la reabsorción apical externa puede presentarse de diferentes formas:

- “Como una reabsorción oblicua” (en pico de flauta)
- “Con aspecto de un árbol roído por un castor” (reabsorción en ambas paredes laterales)
- “Con forma de copa” (forma de cráter) (Fig36).

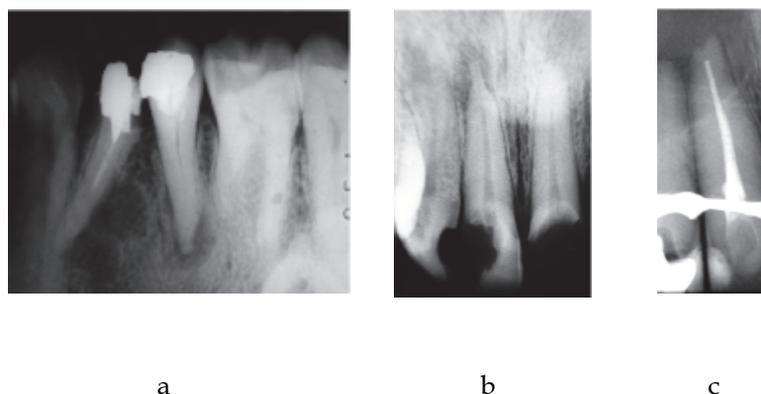


Fig. 36: Diferentes formas de presentarse la reabsorción apical externa.

La alteración anatómica provocada por la reabsorción dificulta la determinación de la longitud de trabajo, ya sea porque no se consigue visualizar la terminación apical, o porque no se logra un tope firme en dentina. En estos casos, si no hay constricción, **se debe formar un stop apical lo más próximo al ápice, buscando el punto de mayor densidad radiográfica, es decir la zona más radiopaca que corresponde a**

dentina sana. Si existe dolor o sangrado, se restan uno o dos milímetros, y se corrobora con una nueva radiografía.

El objetivo en el tratamiento es limpiar todo el conducto dentinario, formando una matriz apical en dentina que impida el pasaje de los materiales de obturación al periápice.

En las radiografías de la Fig. 37 se observa un caso clínico de reabsorción muy severa en la raíz distal, donde se percibe un borde radicular irregular de límites indefinidos difícil de lograr el stop apical. Se realizó la preparación biomecánica en un punto donde no existiera dolor ni sangrado, y se mantuvo por 15 días con pasta alcalina como medicación. Previo a la obturación con cemento y conos de gutapercha se colocó pasta lentamente reabsorbible para formar una matriz apical.

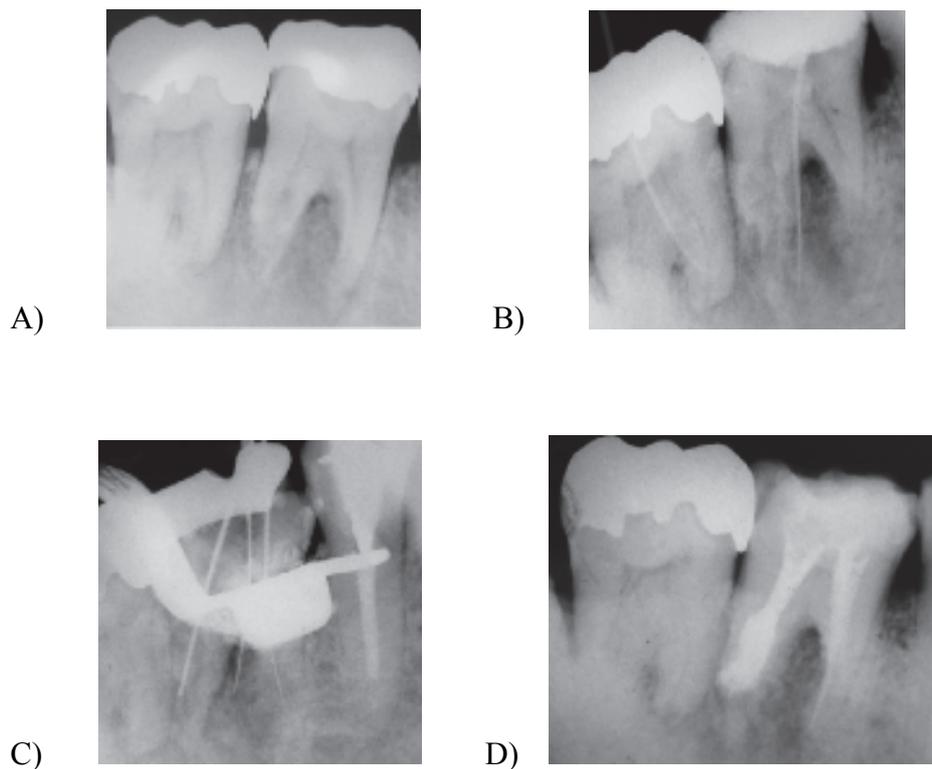


Fig. 37: Molar 4.6 con reabsorción externa de la raíz distal. A) Rx inicial. B) Presencia de dos fístulas, una mesial y otra distal. Se realizó la fistulografía observando que los dos conos de gutapercha se dirigen a la raíz distal. C) Conductometría. D) Obturación

6 LÍMITE DE LA OBTURACIÓN

Es importante respetar el límite de la preparación biomecánica, obturando hasta ese nivel, con la finalidad de lograr un cierre apical hermético, con materiales que estimulen el proceso biológico de reparación.

Estudios de Ricucci y Langeland (1998) (44) mostraron obturaciones aparentemente correctas desde el punto de vista radiográfico, que al ser analizadas en las apicectomías correspondieron a sobreobturaciones, quizás debido a las limitaciones radiográficas que solo muestran dos planos. (Fig 38)

Las investigaciones actuales señalan que en piezas vitales, los mayores éxitos se logran cuando las preparaciones y obturaciones se encuentran dentro del conducto dentinario, evitando lesionar los tejidos periapicales.

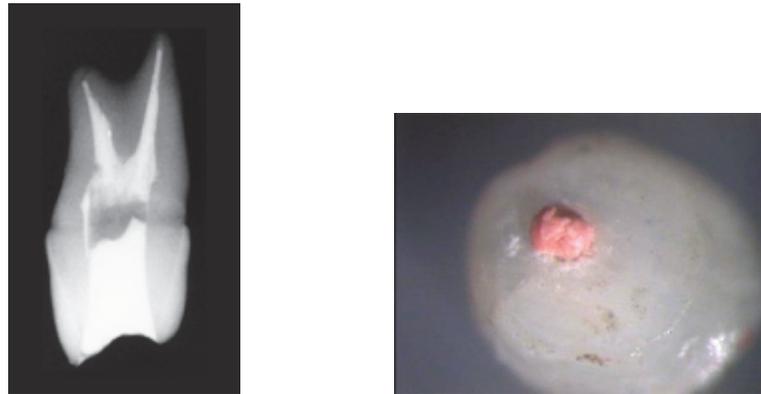


Fig. 38: Obturación dentro del conducto dentinario, sin embargo en la observación con Lupa Estereoscópica se observa sobreobtusión

La extrusión de cemento provoca cierto grado de irritación, mientras que la extrusión de gutapercha actúa como un agresor mecánico retardando la reparación.

La Fig. 39 muestra una Rx de un molar inferior, pieza 4.6. La raíz mesial presentaba una fisura, por lo que se decidió realizar una hemisección manteniendo la raíz distal. Obsérvese la sobreobtusión presente.

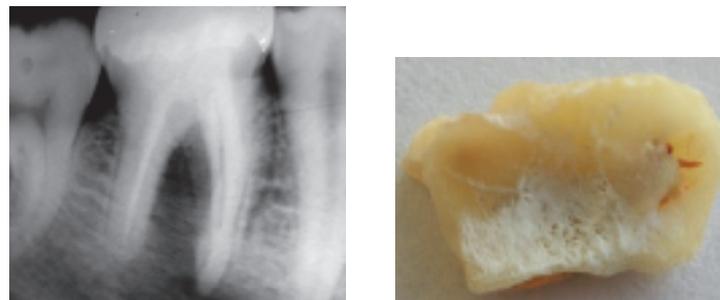


Fig. 39: Sobreobtusión con conos de gutapercha

Sjögren et al. (1990) (37), evaluaron durante 8 y 10 años, 365 tratamientos de dientes con necrosis y lesión apical concluyendo que el mayor porcentaje de éxito (94%), se encontraba en las obturaciones ubicadas entre 0 y 2 mm del ápice radiográfico, disminuyendo a un 76% en sobreobtusiones, y 68% en obturaciones más cortas de 2 mm.

Las obturaciones hasta el ápice radiográfico son consideradas sobreobtusiones. A pesar de ello, se han visto reparaciones lo que estaría indicando el grado de tolerancia de los tejidos periodontales a los materiales de obturación. Alonso & Añaña (2008) (45), reportaron un caso de reparación de una obturación a ras. El corte histológico observado en el microscopio mostró la presencia de neocemento sobre el cono de gutapercha.

Existen diferencias entre **sobreobtusión**, donde se logra un buen sellado apical, y **sobreextensión**, en el cual, el material de obturación pasa a los tejidos periapicales sin lograr un cierre hermético. Cualquiera sea el caso, habrá que evitarlo, o

enmendar el error. Para ello se desobtura, se prepara una tope apical en el límite correcto, y se vuelve a obturar. Si el remanente dentinario no permite su ensanchamiento, habrá que preparar un stop apical, colocando una matriz a base de pastas alcalinas, antisépticas o MTA.

Las obturaciones cortas pueden ser consideradas como un fracaso potencial, ya sea por los espacios vacíos que pueden actuar como posible fuente de irritantes, como por la presencia de conductos secundarios y accesorios sin obturar, que funcionan como vías de contaminación. Siempre se intentará su búsqueda, su limpieza, con irrigantes y quelantes y su obturación (Fig.40), logrando mejores resultados con técnicas de gutapercha termoplastificada.



Fig. 40: Conducto lateral obturado

7 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

A finales del siglo XIX, en los inicios de la Endodoncia, la longitud de trabajo se determinaba por las molestias o **dolor** que pudiera sentir el paciente cuando se introducía un instrumento dentro del conducto. Esto llevó a errores pudiendo quedarse corto si había restos pulpares, o sobreinstrumentando si existía lesión periapical y el paciente no tenía sintomatología.

En 1895 Röntgen descubre los Rayos X, y en 1899 Kells lo introduce en la odontología para verificar si las obturaciones eran correctas (41).

Como se mencionó anteriormente la **presencia de hemorragia** es un dato a considerar, teniendo en cuenta, que la medida puede estar corta, y el sangrado provenir de la laceración de restos pulpares, o larga y estar agrediendo el periodonto apical.

El procedimiento basado en la **sensación táctil**, explora la parte apical más estrecha, (como se vio en el punto de constricción apical), pero no es confiable, ya que pueden existir conductos muy atrésicos o con calcificaciones, que nos desvirtúan el límite apical, o por el contrario ápices abiertos, donde no se ha completado la calcificación radicular.

7.1 Métodos radiográficos

Si bien no existe ningún método que sea 100% seguro en cuanto a la ubicación de la constricción y el foramen apical, el más utilizado para obtener la longitud de trabajo es el método radiográfico.

Surgieron métodos como el de **Bregman**, que aplican fórmulas matemáticas para calcular la longitud de trabajo a partir de una radiografía con un instrumento colocado a una medida predeterminada.

Para ello se coloca dentro del conducto, una lima medida en 10 mm, longitud real del instrumento (LRI), y se toma una radiografía. Luego se mide en la placa la longitud aparente del diente (LAD) y la longitud aparente del instrumento (LAI). Con estos datos se obtiene la longitud real del diente (LRD)

$$\text{LRD} = \frac{\text{LRI} \times \text{LAD}}{\text{LAI}}$$

La longitud de trabajo se obtiene, restando un mm a la longitud real del diente (41)

Pero el procedimiento radiográfico más usado es conocido como **método de Ingle** (44). Fue propuesto inicialmente hace más de 40 años, y ha resistido la prueba del tiempo. Este consiste en la medición de la longitud total del diente en la radiografía inicial, a esa medida se le quita 2 mm para compensar la posible distorsión de la placa y la ubicación del límite cemento dentina o constricción apical. Se lleva la medida al instrumento que se coloca dentro del conducto y se toma nuevamente una radiografía.

Para la obtención de una buena imagen, es necesario tener en cuenta algunos factores como son: la calidad de la placa radiográfica, su ubicación, la posición del tubo de rayos, el tiempo de exposición y el proceso de revelado.

Al inicio del tratamiento se debe realizar una correcta lectura e interpretación de la radiografía preoperatoria ortorradial, y complementarla con una radiografía angulada mesial o distal. El conocimiento de la longitud normal de cada diente en particular y la percepción táctil son factores a tener en cuenta. También las modificaciones anatómicas y patológicas pueden llevar a errores en la interpretación, radiográfica.

7.2 Métodos eléctricos: Localizadores apicales

Frank & Torabinejad citados por García (2004) (46), señalan que Custer fue quien introdujo en 1916 el uso de un aparato electrónico para la medición de los conductos radiculares.

Posteriormente Sunada (1962) citado por Génova, Bussini & Poggio (1997) (47) creó un sistema para la localización del foramen apical basado en la diferencia de potencial eléctrico existente entre el periodonto y la mucosa oral.

A partir de esta idea se comenzaron a desarrollar gran cantidad de dispositivos en busca de mayor precisión.

Los primeros localizadores presentaban algunas dificultades: la presencia de humedad o restos tisulares en el interior del conducto alteraban los resultados.

Los de segunda generación aparecidos en los años 80 se basaban en un postulado físico diferente al de Sunada, no usaban corriente continua, sino alterna, evaluando de esta manera la impedancia y no la resistencia eléctrica.

En los años 90 aparecen en el mercado los sistemas de tercera generación los cuales a diferencia de los anteriores calculan la relación de las impedancias para 2 diferentes frecuencias permitiendo la localización del foramen tanto en conductos secos como húmedos por sangre, exudados o irritantes. Algunas marcas comerciales son: el Root ZX (Morita), el Propex (Dentsply), Nov Apex (Romibras), Romiapex (Romidan), Raypex y otros. (Fig. 41)

Estos aparatos constan de 2 polos, uno correspondiente al gancho labial, ubicado en el vestíbulo, y otro polo que se prende de la lima que será introducida dentro del conducto, así se cierra el circuito.

Existe una gran variedad de aparatos, y la mayoría, presentan un visor que indica a que altura se ubica la lima a medida que va deslizándose dentro del conducto. Pueden presentar un indicador sónico (Propex) que permite monitorear la progresión de la lima. Cuando ésta llega al foramen, medida 0, emite un tono continuo. Si se sobrepasa este límite, se enciende una luz roja acompañada del sonido en señal de alarma, que indica que el instrumento ha pasado a los tejidos periapicales. De la medida 0 se debe restar 1 mm.



Fig. 41: Localizadores apicales

Son muy útiles en pacientes embarazadas para reducir la exposición de radiación, en aquellos pacientes que no toleran la radiografía por reflejo nauseoso, o con enfermedades de Parkinson que no pueden mantener la placa en su sitio. También en casos donde la anatomía no permite interpretar correctamente la imagen radiográfica, ya sea por la superposición del proceso malar, el arco cigomático, o excesiva densidad ósea.

7.3 Imagenología

Actualmente se cuenta con la radiografía digital como la radiovisiografía, y la tomografía computada.

La Radiografía digital es un sistema que utiliza una unidad convencional de rayos X y un microprocesador. Posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en un monitor. El porcentaje de radiación es menor a la utilizada con la radiografía convencional.

La ventaja de su uso consiste en la posibilidad de modificar el contraste de la imagen para poder interpretar mejor los detalles, la rapidez en su obtención, la menor radiación del paciente, ahorro de tiempo, y permite almacenar en forma inmediata, los datos en una computadora.

La tomografía computada es una imagen producida por un computador que procesa la información obtenida al pasar los rayos X a través de un área anatómica. Se obtiene una imagen tridimensional a partir de finos cortes del objeto a estudiar, en este caso del diente, sin superposición de estructuras anatómicas, ni distorsiones como en la radiografía convencional.

Tiene muchas aplicaciones en Endodoncia; y sin duda sería el examen más exacto para ubicar el foramen apical. Pero este recurso no es un examen de rutina por el costo y la radiación.

8 CONCLUSIONES

El límite apical en la instrumentación del sistema de conductos radiculares es uno de los temas más discutidos en la terapia endodóntica.

Al querer hallar la longitud de trabajo se tendrán en cuenta varios factores:

- A. La lectura e interpretación radiográfica auxiliándonos con lupas.
- B. La obtención de diferentes enfoques que complementen la radiografía ortorradial.
- C. El conocimiento de las estructuras apicales, desde el punto de vista histológico y morfológico, que se refiere a:
 - 1) La distancia foramen-ápice: ésta es variable de una raíz a otra, ubicándose en ocasiones hasta 3 mm del ápice.
 - 2) La unión cemento dentina: es irregular pudiendo presentarse en diferentes niveles en las paredes del conducto.

- 3) La constricción apical: es una referencia morfológica que no siempre coincide con el límite C-D, ubicándose entre 1 y 2 mm del ápice radiográfico.
- 4) El foramen: podrá ubicarse en M, D, V, o L. Cuando lo hace en las caras V o L, no se percibe en la radiografía. En estos casos se procederá con reserva observando si existe sintomatología.

Actualmente el uso de los localizadores apicales permite obtener medidas más certeras, evitando sobreinstrumentaciones cuando no se visualiza el ápice, cuando existen marcadas reabsorciones con desaparición de la constricción, o cuando se interpone alguna estructura anatómica. Este método se debe complementar con la radiografía.

Por último, hoy día se cuenta con otros recursos como la radiografía digital y la tomografía que ayudan a dilucidar casos complejos.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Pucci FM, Reig R.**: "Conductos radiculares" 1ª ed. Montevideo: Médico Quirúrgica; 1944. Tomo 1. Cap 2, pág. 40-143
2. **Maisto OA, Capurro MA, Maresca BM.**: "Endodoncia". 1ª ed. Buenos Aires: Mundi; 1967. Cap. 2, pág.18-73
3. **De Deus QD.**: "Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals". J. Endod. 1975; 1 (11): 361-366.
4. **Erausquin, J.**: "Histología y Embriología Dentaria". 1ª ed. Buenos Aires: Progental; 1958. Cap. 12, pág. 252-261
5. **Zander HA, Hurzeler B.**: "Continuous cementum apposition". J. Dent.Res. 1958; 37(6) 1035-1043
6. **Fava LR, Siqueira JF.**: "Considerations in working length determination". Endodontic Practice 2000; 3(5): 22-33.
7. **Harrán Ponce E, Vilar Fernández JA.**: "The Cemento-Dentino-Canal Junction, the Apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by Optical Microscopy". J. Endod. 2003; 29: 214-218
8. **Lima Machado ME.**: "Endodoncia de la biología a la técnica". 1ª ed. Santos Amolca; 2009. Cap 14, pág. 213-228
9. **Brau Aguadé, E.**: "Reflexiones clínicas de la terapéutica endodóntica a través de un estudio sobre la morfología apical". Endodoncia 1991; 9(1):15-21.
10. **Weine FS.**: "Tratamiento Endodóntico". 5ta. ed. Madrid: Harcourt Brace: 1997. Cap. 3, pág. 85- 86. Cap. 8, pág. 395-422
11. **Kuttler Y.**: "Endodoncia Práctica". 1ª ed. México: A.L.P.H.A; 1961. Cap. 2, pág 17-34
12. **Azabal, M. Kessler F.**, "¿Hasta dónde debe llegar el límite de nuestra preparación?". Endodoncia 1993; 11(1): 17-21.
13. **Kuttler Y.**: "Microscopic investigation of root apexes. JADA 1955 May, 546-52.
14. **Ricucci D.**: "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1". Literature review. Int. Endod. J. 1998; 31: 384-393

15. **Cohen S, Hargreaves KM:** "Vías de la Pulpa" 9^{na} ed. España: Elsevier Mosby: 2008. Cap 7, pág. 152-238
16. **Schilder H.:** "Obturación de Conductos Radiculares en Tres Dimensiones". Odont. Clin. de Nort. 1971; 28: 287-312
17. **Mizutani T, Norikazu Ohno N, Nakamura H.:** "Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth". J. Endod. 1992; 18: 344-347
18. **Gani O, Visvisian C:** "Apical Canal Diameter in the First Upper Molar at Various Ages." J Endod 2003; 25: 689-691
19. **Wu MK, R|Oris A, Barkis D, Wesselink PR:** " Prevalence and extent of long oval canals in the apical third" OOO 2000; 89:739-743
20. **Wu MK, Roris A, Wesselink PR.:** "Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? Int. Endod. J. 2002; 35: 264-267
21. **Contreras MA, Zinman EH, Kaplan SK.:** "Comparison of the first file that fits at the apex before and after early flaring" J Endod 2001; 27(2): 113-116
22. **Peters OA, Laib A, Rügsegger P & Barbakow F.:** "Three dimensional analysis of root canal geometry by high resolution computed tomography" J. Dent. Res. 2000; 79 (6): 1405
23. **Dummer PMH, Mc Ginn, JH, Rees DG.:** "The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen". Int. Endod. J. 1984; 17: 192-198
24. **Gutiérrez JH, Aguayo P.:** "Apical foraminal openings in human teeth". OOO 1995; 79: 769-777
25. **Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M & Prountzos F.:** "Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope" OOO 1994; 77 (2): 172-182
26. **Walton R, Torabinejad M.:** "Endodoncia, Principios y práctica clínica". 1^a Ed. en español. México: Nueva Editorial Interamericana, 1991. Cap. 12 Pág. 187-208
27. **Maresca B, Sierra L, Fernández Monjes J, Lopreite G.:** "Compendio sobre un estudio topográfico y morfológico del extremo apical en dientes humanos". J. Dent. Res. 1992; 71 (4): 966 (56)
28. **Green D.:** "A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxilar and mandibular anterior teeth." Oral Surg. 1956; 9: 1224-1232
29. **Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE.:** "The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen". Int. Endod. J. 1991; 24: 28-35
30. **Langeland K.:** "Bases Histopatológicas del Tratamiento Endodóntico". Odont. Clín. de Nort. 1971; 28: 23-55.
31. **Blaskovic-Subat V, Maricic B, Sutalo J.:** "Asimetry of the root canal foramen". Int. Endod. J. 1992; 25: 158-164.
32. **Green D.:** "Stereomicroscopic study of 700 roots apices of maxillary and mandibular posterior teeth" OOO 1960; 13: 728-733
33. **Laurichesse JM, Chapelle P, Griveau B.:** "L'Anatomie Canalaire et son interprétation radiographique" Actualités Odonto-Stomatologiques 1977; 117: 97-136
34. **ElAyouti, A.; Weiger, R.; Last, C.:** "Frecuencia de la instrumentación con una longitud de trabajo radiograficamente aceptable" Endodoncia 2001, 19 (3): 222-228

35. **Schilder H:** Canal debridement and disinfection. En Cohen S & Burns RC, eds Pathways of the Pulp. 2nd edn. St Louis. USA: CV Mosby. 111
36. **Wu MK, Wesselink PR, Walton R.:** "Apical terminus location of root canal treatment procedures". OOO. 2000; 89: 99-103.
37. **Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K.:**" Factors Affecting the Long- term Results of Endodontic Treatment". J. Endod. 1990; 16 (10): 498-504
38. **Kerekes K, Tronstad L:** "Long term Results of Endodontic Treatment Performed with a Standardized Technique." J. Endod. 1979; 5 (3): 83-90
39. **Cohen, S.: Burns, R.:** "Vías de la pulpa". 7ma. ed. San Francisco: CA Ed Harcourt; 1999. Cap. 8, pág. 203-258
40. **Buchanan, S.:** "Management of the Curved Root Canal" LSJ Calif. Assoc.1989, 17(4): 19-27.
41. **Leonardo MR, Leal JM.:** "Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares". 2^a ed. Argentina: Panamericana; 1998. Cap. 17, pág. 276-295
42. **Herrero Moraes S, Moniz de Aragao E, Heck AR, Duarte Kosienski C.:** "Discrepancia Foramen /Apice en Dientes con Reabsorción Radicular Apical". Rev. Circ. Arg. Odont. 1993; 22 (174): 29-30.
43. **Ingle JI, Bakland L K.:** "Endodoncia" 5ta. Ed. México: Mc Graw Hill Interamericana; 2004. Cap. 10, pág. 409- 579
44. **Ricucci D, Langeland K.:** "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study". Int. Endod. J. 1998; 31: 394-409
45. **Alonso, M^a E, Añaña N:** "Reparación Apico- Periradicular" en Endodoncia Clínica. 1^a ed. Montevideo: Tradinco; 2008. Cap. 22, pág. 377-396
46. **García G.:** "Evaluación clínica de un nuevo dispositivo electrónico para la medición de los conductos radiculares". Rev. Asoc. Odontol. Arg. 2004; 92: 301-303.
47. **Génova U, Bussini B, Poggio C.:** "Los localizadores electrónicos del ápice endodóntico". J. Endod. Ed. en español 1997; 3 (4): 29-36

Las figuras 2 y 35 se extrajeron de Perrone JR.: Manual de Endodoncia. 1^a ed. Montevideo: Librería médica editorial; 1989. Cap. 20, pág 212 y Cap. 18, pág. 199

Agradecimientos

A los Dres. Irene Lorenzo, María Elia Alonso y Álvaro Maglia por su valiosa colaboración y el tiempo dedicado a la corrección de este escrito.

A la Dra. Graciela Duarte por la colaboración en la búsqueda de imágenes.