

**UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLIVAR
MAESTRÍA EN ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**“ESTUDIO HISTOLÓGICO DE LA DISTANCIA ENTRE EL ÁPICE
ANATÓMICO Y LA UNIÓN CEMENTO-DENTINA EN PRIMEROS Y
SEGUNDOS PREMOLARES MANDIBULARES (MUESTRA TOMADA
EN LA POBLACIÓN DE SORATA, LA PAZ – BOLIVIA SEPTIEMBRE
2008)”**

Tesista: Dr. Mauricio E. Belmonte Ayala.

Tutora: Dra. Shirley Lavadenz P.

LA PAZ – BOLIVIA

2011

ÍNDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii

CAPÍTULOS

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
IV. HIPÓTESIS.....	3
V.PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
VI. OBJETIVOS	
4.1 Objetivo General.....	4
4.2 Objetivos Específicos.....	4
VII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	4
6.1 Tipo de Investigación	
6.2 Diseño de Investigación	

6.3 Población y Muestra

6.4 Variables de Estudio

VIII. MARCO TEÓRICO.....	8
IX. MATERIALES Y METODOS.....	82
X. RESULTADOS.....	109
XI. CONCLUSIONES.....	115
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	116
XIII. ANEXOS.....	130

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi esposa Patricia el amor de mi vida, mis papás Juan Carlos y María Eugenia, mis hermanos Carlos y Juan Pablo y sobrinos; quienes me dan fuerza y empuje para todos los proyectos que he realizado y realizaré.

Gracias

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Dra. Shirley Lavadenz Perez, tutora de la presente tesis de maestría, sin cuya colaboración, ésta no se hubiera podido realizar. Además, le agradezco por el placer de contar con su amistad y apoyo incondicional.

A La Dra. Janet Flores quien brindó apoyo vital y asesoramiento durante todas las etapas del presente trabajo.

Al Dr. Alessandro Viñas por su colaboración invaluable.

A la Dra. Mary Montaña por su tiempo y colaboración.

A la población de Sorata por su cariño y apoyo.

RESUMEN

Ha sido documentado y publicado en revistas científicas reconocidas que la técnica de desgaste de piezas dentarias más el empleo de MO son métodos fiables para realizar análisis y mediciones en estructuras dentarias.

Esta investigación tiene como objetivo medir la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento- dentina (U.C.D.) de los premolares mandibulares en la población de Sorata.

Se estudió histológicamente la región apical de 25 premolares extraídos. Como criterios de inclusión se tomaron dientes con un solo conducto radicular y que hubieran completado su cierre apical. Después de realizar estudios macroscópicos y radiográficos, se procedió a un primer desgaste en el plano mesiodistal de la porción radicular utilizando una piedra de acrílico y un motor de baja velocidad.

En un primer desgaste grueso (con discos de carburo) se retiró la corona anatómica, luego con hojas de papel de lija de grano extrafino se realizó un segundo desgaste hasta observar la U.C.D. en el ápice radicular. Durante este segundo desgaste se hicieron controles al MO para evitar daños en las muestras. Una vez observada la U.C.D se tomaron registros fotográficos al MO para así obtener mediciones de la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento dentina.

La presente tesis nos brinda información acerca de la unión cemento- dentina en premolares mandibulares en nuestra población, orientándonos hacia un conocimiento de las características histológicas del tercio apical.

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años del siglo XX se ha divulgado un concepto novedoso que, en realidad, no es otra cosa que la sistematización de conceptos existentes. Se trata de la odontología basada en la evidencia y por extensión en la endodoncia basada en la evidencia.

Esta se podría definir como “el uso consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia científica clínica disponible para tomar decisiones sobre el cuidado del paciente individual”. Según Pareja y Cuenca su objetivo es la mejora, en términos de efectividad y eficiencia, de la práctica clínica aplicada a los individuos o a las comunidades. El concepto de práctica clínica basada en la evidencia insiste en la necesidad de establecer el diagnóstico y de elegir las terapéuticas adecuadas de acuerdo con los conocimientos científicos contrastados y de publicación más reciente adquiridos en las bases de datos bibliográficos. En el ámbito de la endodoncia, los cambios experimentados en los últimos años ponen en relieve la necesidad de una actualización permanente.

El conocimiento de la morfología y configuración del espacio radicular especialmente en el tercio apical, juega un papel importante para lograr un correcto debridamiento y un tratamiento de conductos exitoso (Hsu – Kim 1997, Jung et al. 2005). Muchos estudios han demostrado que la prevalencia de conductos accesorios e istmos es más alto en los 2 a 5 mm apicales (Jung et al. 2005) así, una deficiente eliminación de los tejidos blandos en estas áreas, puede complicar el pronóstico de un tratamiento de conductos (Naire et al. 1995). Dentro de las variaciones apicales, la más importante es que el foramen apical principal como norma no se encuentra en el vértice del ápice, pudiendo deberse ésta modificación a dislaceraciones radiculares o cambios anatómicos relacionados con la edad, sin embargo, con las técnicas radiográficas actuales no es posible determinar la posición exacta del foramen apical principal en relación con el ápice o vértice anatómico; es por esto que se han realizado estudios microscópicos que

nos permiten tener rangos en posición y distancia de estas relaciones.

La 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 ni 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, se demostró que la localización de la unión cemento dentinaria estudiada sobre la base de la longitud de la extensión del cemento en el conducto, presenta una extensión de 508 μm y de 343 μm 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 802 μm y 619 μm 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 cemento dentinaria no siempre coincide con la constricción apical.

II. JUSTIFICACIÓN.

No existiendo información acerca de la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina en nuestra población es necesario hacer un estudio en grupos de piezas dentarias. Este estudio se realizará en primeros y segundos premolares mandibulares.

Como sabemos un rango de distancia de 0-2 mm en endodoncia puede significar el

éxito o fracaso de un tratamiento de conductos. Los resultados obtenidos en la presente tesis servirán como referencia de esta distancia en piezas dentarias en nuestra población.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según la literatura hay una variación real entre el ápice anatómico y el punto de unión entre el cemento-dentina de 0 – 2 mm, éste rango de distancia muy amplio puede llevar al profesional odontólogo a una sobre o sub instrumentación y a una inadecuada obturación del sistema de conductos, comprometiendo así el éxito del tratamiento endodóntico.

IV. HIPÓTESIS.

La distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina varía de acuerdo al diagnóstico clínico (previo a la exodoncia indicada), tipo de pieza dentaria y género de los pacientes.

V. PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN.

¿Cuál será la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina en los premolares mandibulares en la población de Sorata de acuerdo al diagnóstico clínico (previo a la exodoncia indicada), tipo de pieza dentaria y género de los pacientes?

VI. OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL.

Medir la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina en los primeros y segundos premolares mandibulares en la muestra objeto de estudio.

OBJETIVOS SECUNDARIOS.

Determinar si el diagnóstico, tipo de pieza dentaria y el género son factores que afecten la distancia entre la unión cemento-dentina y el ápice anatómico en los primeros y segundos premolares mandibulares en la muestra estudiada.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO.

Tipo de Estudio

Investigación cuantitativa, no experimental, in vitro, de tipo descriptivo y de corte transversal.

Población de Estudio

Se recolectaron 227 piezas dentarias extraídas en la población de Sorata en fechas 5 y 6 de septiembre del 2008, en la extensión de la cátedra de Cirugía Bucal de la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor de San Andrés.

VARIABLES DE ESTUDIO

Distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento dentina.

Área de Estudio

Laboratorio de Histología de la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor de San Andrés.

Selección de la Muestra

Primeros y segundos premolares mandibulares.

Criterios de inclusión

- Dientes que hayan terminado su cierre apical.
- Dientes que no tengan tratamiento de conductos.
- Dientes con un solo conducto y una sola raíz.
- Primeros y segundos premolares mandibulares.

Criterios de exclusión

- Dientes que no hayan terminado su cierre apical.
- Dientes que tienen tratamiento de conductos.
- Dientes con dos conductos o dos raíces.
- Incisivos centrales, incisivos laterales, caninos, primeros molares, segundos molares y terceros molares tanto maxilares como mandibulares.

Diseño de la Investigación.

Es un estudio NO experimental descriptivo y correlacional de corte transversal.

Muestra

Primeros y segundos premolares mandibulares obtenidos de la población de Sorata durante el trabajo comunitario de la cátedra de Cirugía Bucal de la Universidad Mayor de San Andrés en el mes de septiembre del 2008.

Tamaño de la Muestra.

De acuerdo a nuestra población accesible, se trabajó con 33 piezas, entre primeros y segundos premolares mandibulares. De estas 33 piezas dentarias siguiendo los criterios de inclusión y exclusión, 25 fueron las piezas estudiadas en la presente tesis.

Recolección de Datos.

Se utilizaron fotografías digitales tomadas con ayuda de un microscopio OLYMPUS BX651, para luego medir las distancias utilizando aditamentos del microscopio, los cuales se tabularon, analizaron y presentaron en cuadros estadísticos.

Material y Método.

- Formaldehído 10 %.
- Agua destilada.
- 33 premolares mandibulares.
- Cámara digital CANON XTI400D.
- Rx periapicales

- Cera pegajosa.
- Micromotor y pieza recta (baja velocidad).
- Discos de carburo.
- Piedras de resina.
- Papel lija 600.
- Papel lija 1200.
- Microscopio Óptico Olympus BX51.
- Microscopio Óptico de Contraste de fases.

Se realizaron historias clínicas a los pacientes, en dientes con indicación de extracción se realizaron éstas eliminando además los tejidos blandos de la superficie radicular. Los dientes se fijaron en Formaldehído al 10 %, se realizaron RX y fotos de las piezas dentarias. Posteriormente, se realizaron fichas de cada diente con estudios, macroscópicos, microscópicos y radiográficos.

Los valores obtenidos de la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina fueron analizados estadísticamente.

VIII. MARCO TEÓRICO.

GENERALIDADES.

Objetivos de la Terapéutica Endodóntica

Uno de los objetivos de la endodoncia es devolver al diente la normalidad clínica y evitar signos y síntomas patológicos. Las observaciones apoyan con firmeza la necesidad de seguir unas pautas bien determinadas, que se fundamentan en conseguir un conducto convenientemente trabajado y adecuadamente obturado (Cohen y Burns, 1987).

Su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos periradiculares.

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

Criterios de éxito y fracaso endodóntico

La endodoncia es uno de los pocos procedimientos en odontología que tiene un pronóstico previsible si el tratamiento se desarrolla adecuadamente. Los estudios indican que el tratamiento del canal radicular tiene éxito entre el 90 al 95% de los casos. Los fracasos pueden ser todavía susceptibles de retratamiento o de tratamiento quirúrgico para salvar el diente. Sin embargo no se garantiza el éxito de tratamiento.

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la adecuada limpieza, la elaboración y el relleno adecuado del canal. Sin embargo, para lograrlo, es imprescindible que el operador tenga un conocimiento detallado la morfología de cada uno de los dientes tratados.

Uno de los principales objetivos de la terapia endodóntica 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.

EMBRIOLOGIA DENTARIA.

Inicio del desarrollo del diente

Los dientes se desarrollan a partir de dos tipos de células: las células epiteliales bucales forman el órgano del esmalte y las células mesenquimatosas forman la papila dental. El esmalte se forma a partir del órgano del esmalte y la dentina a partir de la papila dental. La interacción de estas células epiteliales y mesenquimatosas es vital para la iniciación y formación de los dientes. Además de estas células, las células de la cresta neural contribuyen al desarrollo del diente. Las células de la cresta neural se originan del tejido nervioso en un estadio inicial del desarrollo y migran hacia los maxilares y la mandíbula, entremezclándose con células mesenquimatosas. Funcionan integrándose con las papilas dentarias y las células epiteliales del órgano del esmalte inicial, el cual participa en el desarrollo de los dientes (131).

El primer signo de formación del diente es el desarrollo de la lámina dentaria que se origina del epitelio bucal. La lámina dentaria se desarrolla como una lámina de células epiteliales que empujan el mesénquima subyacente alrededor del perímetro de los maxilares y la mandíbula.

En el borde anterior de la lámina, aparecen 20 áreas engrosamiento, que forman los brotes o yemas dentarias para los 20 dientes primarios. En este estadio inicial, las yemas dentarias han determinado la morfología de su corona, ya sea la de un incisivo o la de un molar. Este es el resultado de la expresión génica. Después de que los dientes primarios se han desarrollado de las yemas, el borde anterior de la lámina continúa creciendo para desarrollar los dientes permanentes, que suceden a los 20 dientes primarios. De este modo, esta parte de la lámina se denomina lámina de sucesión. La lámina se continúa posteriormente en el interior de los maxilares y la mandíbula en elongación, y de ella se originan los dientes posteriores, que se forman por detrás de los dientes primarios. Así, 20 de los dientes permanentes reemplazan a los 20 dientes primarios, desarrollándose los 12 molares permanentes posteriores por detrás de la dentición primaria. Los últimos dientes en desarrollarse son los terceros molares, que se desarrollan unos 15 años después del nacimiento. Debido a que los molares no suceden a los dientes primarios, no se forman a partir de la lámina de sucesión, sino de la lámina general. La lámina dentaria inicial que forma las láminas general y de sucesión empieza a funcionar en la Sexta semana de vida prenatal y continúa funcionando hasta los 15 años de edad, generando los 52 dientes. En general, los dientes se desarrollan antero posteriormente, relacionándose con los maxilares y la mandíbula en crecimiento. Los molares posteriores no se desarrollan hasta que se dispone de un espacio para ellos en el área posterior de maxilares y mandíbula (131).

La segunda dentición no se desarrolla hasta que se han formado los dientes primarios y son funcionales. Los dientes permanentes se forman de manera gradual por debajo de las coronas primarias y más tarde posteriormente a los molares primarios.

Estadios del desarrollo del diente.

Aunque la formación del diente es un proceso continuo, se caracteriza por una serie de estadios fácilmente identificables conocidos como estadios de yema, caperuza y campana. Cada estadio se define de acuerdo con la forma del epitelio del órgano del esmalte, que es parte del diente en desarrollo. El estadio inicial, el estadio de yema,

consiste en un crecimiento redondeado localizado, de células epiteliales rodeadas por células mesenquimatosas en proliferación. Gradualmente, a medida que la yema epitelial redondeada aumenta de tamaño, genera una superficie cóncava, que inicia el estadio de caperuza. Las células epiteliales se transforman ahora en el órgano del esmalte y permanecen unidas a la lámina. El mesénquima forma la papila dentaria, que se convierte en la pulpa dental. El tejido que rodea estas dos estructuras es el folículo dental.

Después del crecimiento ulterior de la papila y el órgano del esmalte, el diente alcanza el estadio de morfodiferenciación e histodiferenciación, también conocido como estadio de campana. En este estadio, las células del epitelio interno del esmalte se caracterizan por la forma del diente que forman. Las células del órgano del esmalte también se han diferenciado en las células del epitelio externo del esmalte, que cubren el órgano del esmalte, y las células del epitelio interno del esmalte, que se convierten en ameloblastos que forman el esmalte de la corona del diente. Entre estas dos capas celulares se sitúan las células del retículo estrellado, que poseen forma de estrella con prolongaciones que las unen entre sí. Una cuarta capa del órgano del esmalte está compuesta por células del estrato intermedio. Estas células se sitúan adyacentes a las células del epitelio interno del esmalte. Ayudan al ameloblasto en la formación del esmalte. La función de las células del epitelio externo del esmalte es organizar una red capilar que nutrirá los ameloblastos (131).

A partir del epitelio externo del esmalte, los nutrientes se filtrarán a través del retículo estrellado hacia los ameloblastos. Durante el estadio de campana, las células de la periferia de la papila dentaria se convierten en odontoblastos. Estas células se diferencian a partir de células mesenquimatosas. A medida que los odontoblastos se alargan y pasan a ser cilíndricos, forman una matriz de fibras de colágeno conocida como preentina. Después de 24 horas este incremento de la matriz se calcifica y se convierte en dentina. Cuando se han producido varios incrementos de dentina, los ameloblastos diferenciados depositan una matriz de esmalte. La dentinogénesis

siempre precede a la amelogénesis. Después de diferenciarse el órgano del esmalte, la lámina dentaria empieza a degenerar, experimentando lisis. La lámina dentaria desaparece en la parte anterior de la boca, aunque permanece activa en la región posterior por muchos años.

Las células interactúan mediante un sistema de efectores, moduladores y receptores denominado señalización celular. Un ejemplo de tal sistema es la interacción epitelio mesenquimatosa en el desarrollo del diente. Las células precursoras, odontoblastos y ameloblastos, establecen una relación posicional mediante efectores y receptores situados en la superficie celular. Primero se diferencia el ameloblasto, lo que provoca que el odontoblasto precursor se coloque adyacente a este. Más tarde se diferencia el odontoblasto, estableciendo con el ameloblasto una membrana basal que más tarde forma una matriz dentinaria. Después de producirse esta formación, el ameloblasto forma una matriz de esmalte. Por tanto, no son solo células, sino también la lámina basal y la matriz dentinaria, las que contienen sustancias que causan cambios celulares y de posición (131).

Desarrollo de la papila dentaria.

La papila dentaria se caracteriza por células densamente pobladas. Esto es evidente incluso en el estadio de yema inicial, durante el cual las células proliferan alrededor de las yemas dentarias en crecimiento en el borde anterior de la lámina dentaria. Se cree que las células de la papila son importantes en la inducción posterior del esbozo del órgano del esmalte en los estadios de caperuza y campana.

Esta densidad celular se mantiene a medida que el órgano del esmalte crece. Al realizar un examen minucioso, se comprueba que las células de la papila dentaria son fibroblastos situados en un delicado retículo. En la papila dentaria pronto aparecen vasos sanguíneos, inicialmente en la región central junto con fibras nerviosas asociadas con estos vasos. Los vasos aportan nutrientes a este órgano de rápido crecimiento. A medida que crece la papila, en la periferia del área también se observan pequeños

vasos, que aportan nutrientes a los odontoblastos en elongación. Los cambios celulares provocan la formación de una dura cubierta alrededor de la apila central, cuando esto ocurre la papila dental se conoce como Pulpa Dental.

Dentinogénesis.

Cuando los odontoblastos se alargan, adquieren la apariencia de una célula productora de proteínas. En el extremo proximal de la célula se desarrolla una prolongación, adyacente a la unión amelodentinaria. Gradualmente la célula se desplaza hacia la pulpa, y la prolongación celular, conocida como prolongación o proceso odontoblástico, se elonga. El odontoblasto pasa a ser activo en la formación de matriz dentinaria, de forma similar a cuando un osteoblasto se desplaza por una espícula de hueso. Los incrementos de dentina se forman a lo largo de la unión amelodentinaria. Inicialmente, la matriz dentinaria es una red de fibras de colágeno, aunque a las 24 horas se calcifica. Se denomina Predentina antes de la calcificación y Dentina después de la calcificación. En este momento, la papila dentaria se convierte en la Pulpa dental a medida que la dentina empieza a rodearla. Los odontoblastos mantiene sus prolongaciones alargadas en los túbulos dentinarios.

Cuando los odontoblastos son funcionales, sus núcleos ocupan una posición más basal en la célula, y las organelas se hacen más evidentes en el citoplasma celular. La aparición del retículo endoplásmico rugoso, complejo de Golgi y mitocondrias indica la naturaleza productora de proteínas de estas células. Después, los odontoblastos secretan externamente proteínas mediante vesículas en la porción apical de la célula y a lo largo de las prolongaciones celulares. La matriz dentinaria de colágeno es desplazada hacia abajo por los incrementos de esmalte, lo que indica un ritmo diario de formación de tejido duro. El sitio de formación inicial son los vértices de las cúspides y, a medida que se producen incrementos, mas odontoblastos se activan a lo largo de la unión amelodentinaria. A medida que la prolongación odontoblástica se alarga, se mantiene un túbulo en la dentina, formándose la matriz alrededor de este túbulo.

La dentinogénesis tiene lugar en dos fases. La primera es la formación de una matriz de colágeno, seguida por el depósito de cristales de fosfato cálcico (hidroxiapatita) en la matriz. La calcificación inicial aparece como cristales que se encuentran en pequeñas vesículas sobre la superficie y entre las fibras de colágeno. Los cristales crecen, se extienden y fusionan hasta que la matriz está completamente calcificada. Solo la banda recién formada de matriz dentinaria a lo largo del borde de la pulpa no está calcificada. Por tanto, la formación y calcificación de la matriz están íntimamente relacionadas. La mineralización continúa mediante un aumento de la densidad mineral de la dentina. A medida que se forma diariamente un incremento de predentina a lo largo del límite pulpar, el incremento periférico adyacente de predentina formado el día anterior se calcifica y se convierte en dentina.

Amelogénesis.

Los ameloblastos inician el depósito de esmalte después que se han depositado unas pocas micras de dentina en la unión amelodentinaria. En el estadio de campana, las células del epitelio interno del órgano del esmalte se diferencian. Se alargan y se preparan para convertirse en ameloblastos secretores activos. Más tarde, los ameloblastos muestran cambios a medida que se diferencian, pasando por cinco estadios funcionales: a) morfogénesis, b) organización y diferenciación, c) secreción, d) maduración y e) protección. En los ameloblastos, el aparato de Golgi aparece centralmente, y la cantidad de retículo endoplásmico rugoso aumenta en el área apical. La hilera de ameloblastos mantiene su orientación mediante uniones célula a célula (desmosoma) en los extremos proximal y distal de la célula. Esto mantiene a las células en una hilera al desplazarse periféricamente desde la unión amelodentinaria depositando la matriz del esmalte (131).

Durante el estadio secretor, en el extremo apical de los ameloblastos se desarrollan unas cortas prolongaciones cónicas (procesos de Tomes). En la unión de los cuerpos celulares y los procesos de Tomes aparecen complejos de unión, denominados aparato de barra terminal, que mantiene el contacto entre las células adyacentes. Cuando se

diferencia el ameloblasto, la matriz se sintetiza en el R.E.R., migrando luego al aparato de Golgi donde se condensa y empaqueta en gránulos rodeados de membrana. Las vesículas migran al extremo apical de la célula, donde se libera su contenido al exterior depositándose inicialmente a lo largo de la unión entre el esmalte y la dentina. Este primer esmalte depositado sobre la superficie de la dentina establece la unión amelodentinaria.

Cuando los ameloblastos inician su secreción, las células suprayacentes del estrato intermedio cambian de forma, de fusiformes a piramidales. A medida que continúa la amelogénesis, ambas capas celulares, ameloblastos y estrato intermedio, se sujetan entre sí mediante complejos de unión denominados desmosomas, sintetizando ambas células esmalte. Las sustancias necesarias para la producción del esmalte llegan a través de los vasos sanguíneos, pasando por el retículo estrellado hasta el estrato intermedio y los ameloblastos. De esta forma, se produce la proteína amelogenina. Inicialmente, solo unos pocos ameloblastos en los vértices de las cúspides empiezan a ser funcionales. A medida que avanza el proceso, más ameloblastos pasan a ser activos, y los incrementos de la matriz del esmalte son más evidentes (131).

Desarrollo de la raíz del diente.

Vaina Radicular.

A medida que se desarrolla la corona, la proliferación celular continúa en la región cervical o base del órgano del esmalte, donde las células de los epitelios interno y externo del esmalte se unen para formar la vaina radicular (131).

Cuando la corona esta completada, las células de esta región del órgano del esmalte continúan creciendo, formando una doble capa de células denominada vaina radicular epitelial o vaina radicular de Hertwig.

La capa celular interna de la vaina radicular se forma a partir del epitelio interno del

esmalte, o de los ameloblastos en la corona, produciéndose el esmalte. En la raíz, estas células inducen a los odontoblastos de la papila dentaria a diferenciarse y formar dentina. La vaina radicular se origina en el punto donde terminan los depósitos de esmalte. A medida que se alarga la vaina radicular, esta se convierte en el arquitecto de la raíz. La longitud, curvatura, grosor y número de raíces dependen de las células internas de la vaina radicular. Cuando se produce la formación de dentina en la raíz, las células externas de la vaina radicular depositan cemento intermedio, una delgada capa de cemento acelular que cubre los extremos del túbulo dentinario y sella la superficie de la raíz. Luego, las células externas de la vaina radicular se dispersan en pequeños grupos y se desplazan de la superficie de la raíz como restos epiteliales.

En el extremo en proliferación, la vaina radicular se dobla en un ángulo cercano a los 45 grados. Esta área se denomina diafragma epitelial. El diafragma epitelial rodea la abertura apical de la pulpa dentaria durante el desarrollo de la raíz.

Cuando los odontoblastos se diferencian a lo largo del borde de la pulpa, la dentinogénesis radicular avanza y la raíz se alarga. La formación de dentina continúa desde la corona hacia la raíz. La dentina se adelgaza desde la corona hasta el diafragma epitelial apical en la raíz. En la pulpa adyacente al diafragma epitelial se produce una proliferación celular. Esta se conoce como zona de proliferación pulpar. Se cree que esta área produce nuevas células necesarias para la elongación de la raíz. La dentinogénesis continúa hasta que la raíz alcanza la longitud adecuada. Entonces, la raíz se engruesa hasta que la abertura apical se restringe a aproximadamente de 1 a 3 mm, suficiente para permitir una comunicación vascular y nerviosa entre la pulpa y el periodonto.

Con el aumento de longitud de la raíz, el diente empieza a realizar movimientos de erupción, que proporciona espacio para una posterior prolongación de la raíz. La raíz se alarga a la misma velocidad que tienen lugar los movimientos eruptivos.

Raíz única.

La vaina radicular de un diente monorradicular está constituida por un crecimiento de forma tubular de células epiteliales que se origina del órgano del esmalte, cerrando un tubo de dentina y la pulpa en desarrollo. Tan pronto como las células de la vaina radicular depositan el cemento intermedio, la vaina radicular se disgrega, formándose restos epiteliales. Los restos epiteliales persisten cuando se desplazan lejos de la superficie de la raíz hacia el área folicular. Las células mesenquimatosas del folículo del diente se desplazan entre los restos epiteliales para contactar con la superficie de la raíz. Ahí, estas se diferencian en cementoblastos e inician la secreción de cementoide sobre la superficie del cemento intermedio. El cementoide es cemento no calcificado que rápidamente se calcifica en cemento maduro. La vaina radicular nunca se ve como una estructura continua, ya que sus capas celulares se lisan rápidamente una vez que se forma la dentina radicular. No obstante, el área del diafragma epitelial se mantiene hasta que se completa la formación de la raíz; luego desaparece.

Raíces múltiples.

Las raíces de los dientes multiradicales se desarrollan de forma similar a la de los dientes monorradicales hasta que empieza a formarse la zona de furcación. La división de las raíces tiene lugar durante el crecimiento diferencial de la vaina radicular. Las células del diafragma epitelial crecen excesivamente en dos o más áreas hasta que contactan con las extensiones epiteliales opuestas. Estas extensiones se fusionan, y entonces la abertura única original se divide en dos o tres aberturas. El diafragma epitelial que rodea la abertura de cada raíz continúa creciendo a un ritmo constante. Cuando se secciona un molar en desarrollo a través del centro de su raíz, la vaina radicular se observa como una isla de células.

Cuando se forman raíces múltiples, cada una se desarrolla mediante el mismo patrón que en un diente monorradicular. Una vez se ha formado la raíz y la vaina se ha desintegrado, las células epiteliales migran desde la superficie de la raíz como lo hacen

en un diente monorradicular. Entonces sobre la superficie del cemento intermedio se forma el cemento. El cemento normalmente tiene una apariencia acelular, aunque el cemento cercano a la unión amelocementaria es menos celular que el de los ápices de las raíces.

Dado que el cemento apical es más grueso, se dice que se requieren más células para mantener su vitalidad. La función principal de este cemento implica la inserción de las fibras principales del ligamento periodontal (131).

Desarrollo de las estructuras de soporte.

Las células mesenquimatosas que rodean a los dientes se conocen como folículo dental. Algunas de estas células foliculares, que se sitúan inmediatamente adyacentes al órgano del esmalte, migran periféricamente durante los estadios de caperuza y campana, desde el órgano del esmalte hacia el folículo para desarrollar el hueso alveolar y el ligamento periodontal. Se ha seguido el trayecto de estas células desde este origen hasta el lugar donde se diferencian en osteoblastos para formar hueso, o fibroblastos que forman fibras del ligamento. Después de la erupción del diente, estos tejidos sirven de soporte de los dientes durante su función.

Ligamento Periodontal.

Las células del folículo dental se diferencian en células formadoras de colágeno del ligamento y forman cementoblastos, que depositan cemento en las raíces del diente. Algunas células del ligamento invaden la vaina radicular, rompiéndose por separado. Otras células del área del ligamento forman fibras delicadas, apareciendo estas a lo largo de las raíces en formación cerca de la región cervical de la corona. Estas probablemente son las células fibroblásticas madre que producen más grupos de fibras, que aparecen a medida que se elongan las raíces. Cuando estas fibras quedan incluidas en el cemento de la superficie de la raíz, el otro extremo se adhiere al hueso alveolar en formación. La evidencia sugiere que estas fibras se renuevan rápida y

continuamente cuando se establece la localización del origen. La renovación de las fibras de colágeno se produce a lo largo del ligamento, aunque el recambio más elevado tiene lugar en el área apical y el más reducido en el área cervical. La maduración del ligamento tiene lugar cuando los dientes alcanzan la oclusión funcional. En ese momento, la densidad de los haces de fibras aumenta de forma notable (131).

Proceso o Apófisis alveolar.

A medida que se desarrollan los dientes, lo hace el hueso alveolar, coincidiendo en el tiempo con el alargamiento de las raíces. Primero, el proceso alveolar forma las láminas labial y lingual, entre las cuales se forma un surco donde se desarrollan los órganos dentarios. A medida que las paredes del surco incrementan su altura, aparecen unos tabiques óseos entre los dientes para completar las criptas.

Cuando erupcionan los dientes, el proceso o apófisis alveolar y el ligamento periodontal intermedio maduran para dar soporte a los nuevos dientes funcionales. El hueso que se forma entre las raíces de los dientes multiradiculares se denomina hueso interradicular. En la forma madura, el hueso está compuesto de hueso alveolar propiamente dicho y hueso de soporte. El hueso alveolar propiamente dicho tapiza el alvéolo dentario, sustentado por hueso de soporte, que está compuesto por hueso esponjoso y hueso denso o compacto. El hueso de soporte forma la placa cortical, que cubre la mandíbula (131).

En resumen, el desarrollo dentario implica la interacción entre dos tipos de tejido: epitelial y mesenquimatoso. Estos tejidos se desarrollan de tejidos blandos de los estadios de yema, caperuza y campana. Este nivel va seguido por los estadios formativos de tejido duro de la dentinogénesis y la amelogénesis. Lógicamente, la formación de la raíz sigue al de la corona. Cada avance en el desarrollo incluye cambios morfológicos en la forma y tamaño, que están coordinados con cambios microscópicos en la forma y función celulares (131).

Aspectos Histológicos y Anatómicos del Tercio Apical

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.

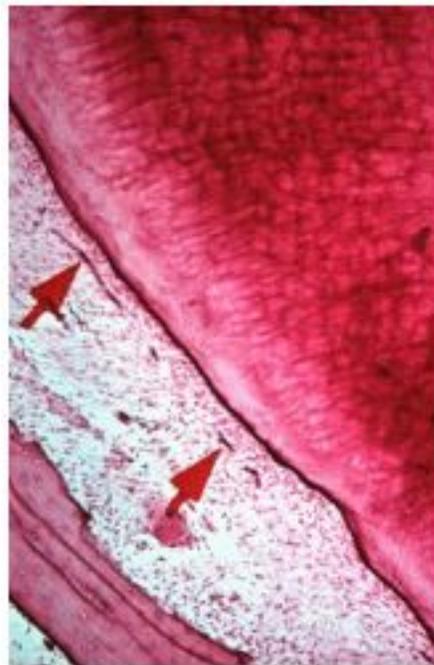


Gráfico 2. Restos epiteliales de Malassez (25X). Estos remanentes persisten en los tejidos, rodeando la raíz del diente por largos periodos de tiempo, posterior a la erupción

del diente. Tinción Hematoxilina- Eosina. Tomado de: <http://www.dental.upenn.edu/Class/Histology/TEETH1.HTML>

Aspectos histológicos de las estructuras que conforman el tercio apical.

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 más 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 mielínicos 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 vio 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 autónomico 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 aún más allá del foramen apical, en alguna zona del ligamento periodontal.(71)

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 más reducida, ya que los túbulos 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 más baja que la de la coronal. Esto se atribuyó a un descenso en la densidad de los túbulos 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.

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.

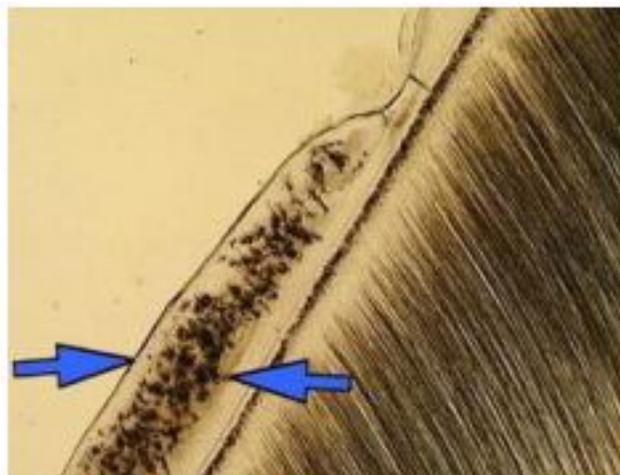


Gráfico 3. Cemento a nivel apical que muestra la disposición de los elementos celulares incluidos en lagunas circunscritas. Tomado de: [http:// www imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/](http://www.imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/)

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).

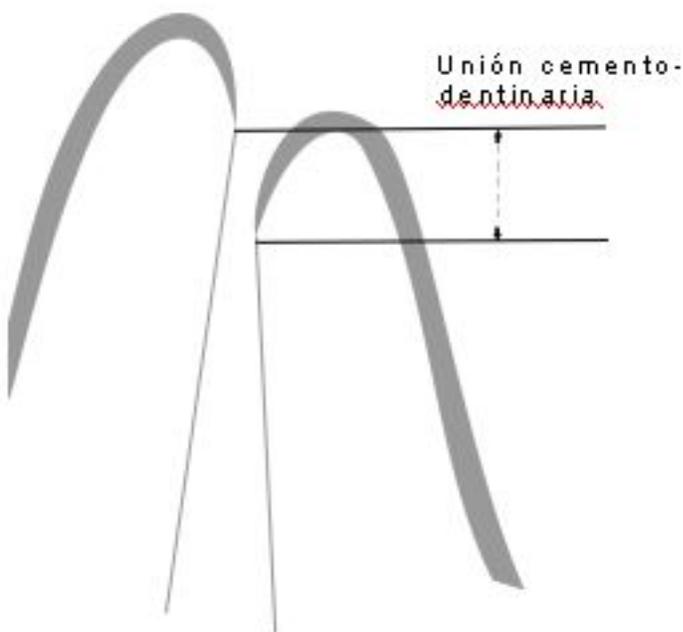


Gráfico 4. La unión cemento-dentina esta localizada a diferentes niveles de la pared del conducto y no coincide con la constricción apical. Tomado de: Ricucci 1998.

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 más 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 cemento dentinaria 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 continúa 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).

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).

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).

Hueso alveolar periapical

El hueso alveolar, consta de dos regiones distintas: una capa externa de hueso compacto, la lámina dura, en el cual el ligamento periodontal está 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 varía 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 por qué la inflamación de la pulpa es más dolorosa que la inflamación en el ligamento periodontal (74).

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.

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.

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 más 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.

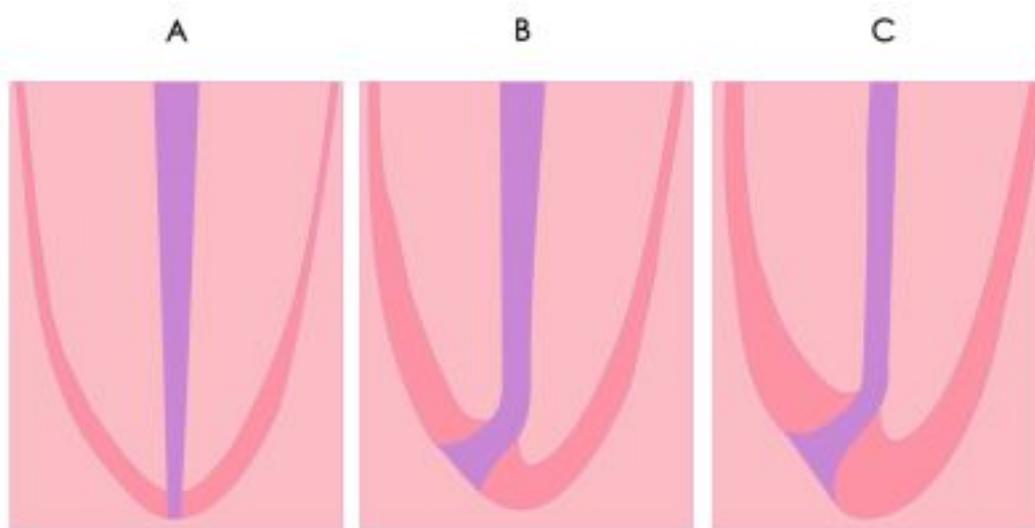


Gráfico 6. Topografía del ápice A. concepto erróneo. B. dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18 a 25 años. C. de la serie de 55 años en adelante. Tomado de Kuttler, 1955.

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).

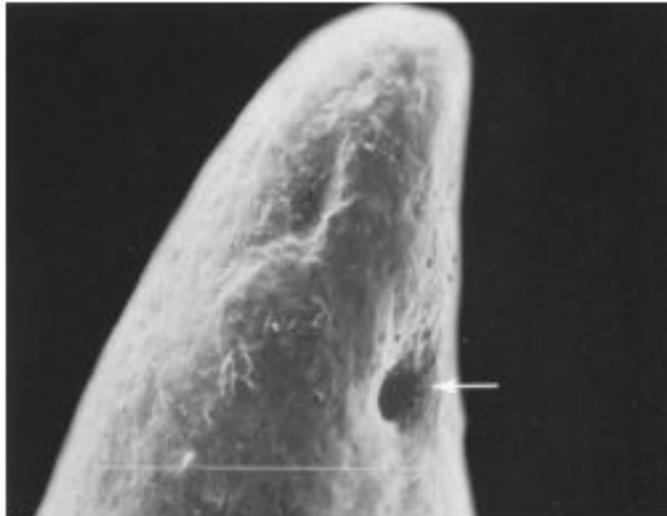


Grafico 7. Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electrónico. Foramen situado en posición lateral (flecha). Tomado de: Goldberg F., 2002.

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).

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 multirradiculares 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. Tomada del Profesor Carlos Bóveda Z.

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 más estrecho en o cerca de la unión cemento dentinaria y su base en el foramen apical.

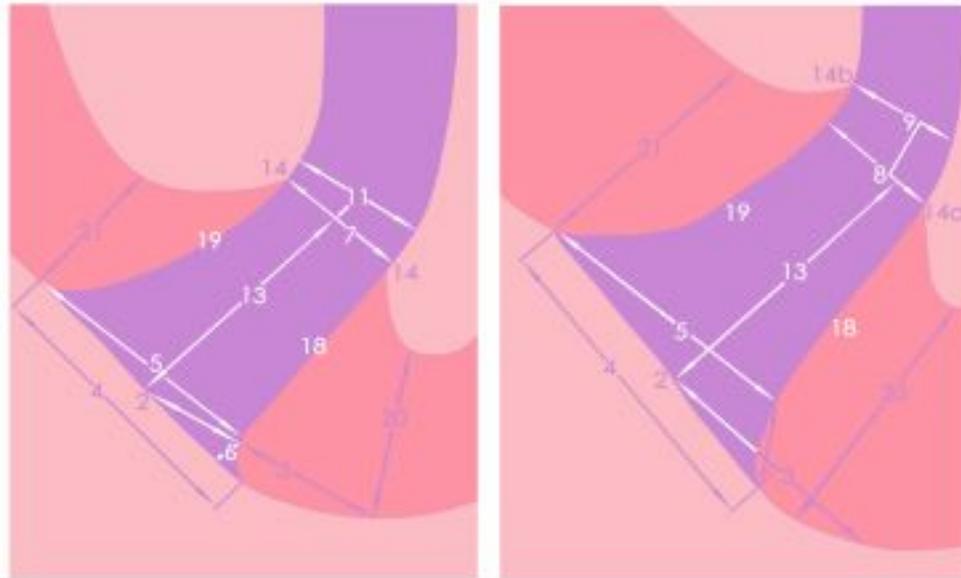


Gráfico 9: 1. Vértice o centro apical. 2. centro del foramen. 3 distancia entre el vértice o centro apical al centro del foramen. 4. diámetro del foramen. 5. diámetro foramen-conducto. 6. desnivel de los diámetros. 7 diámetro del conducto a la altura de los puntos de unión cemento-dentina-conducto (CDC) 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)

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)

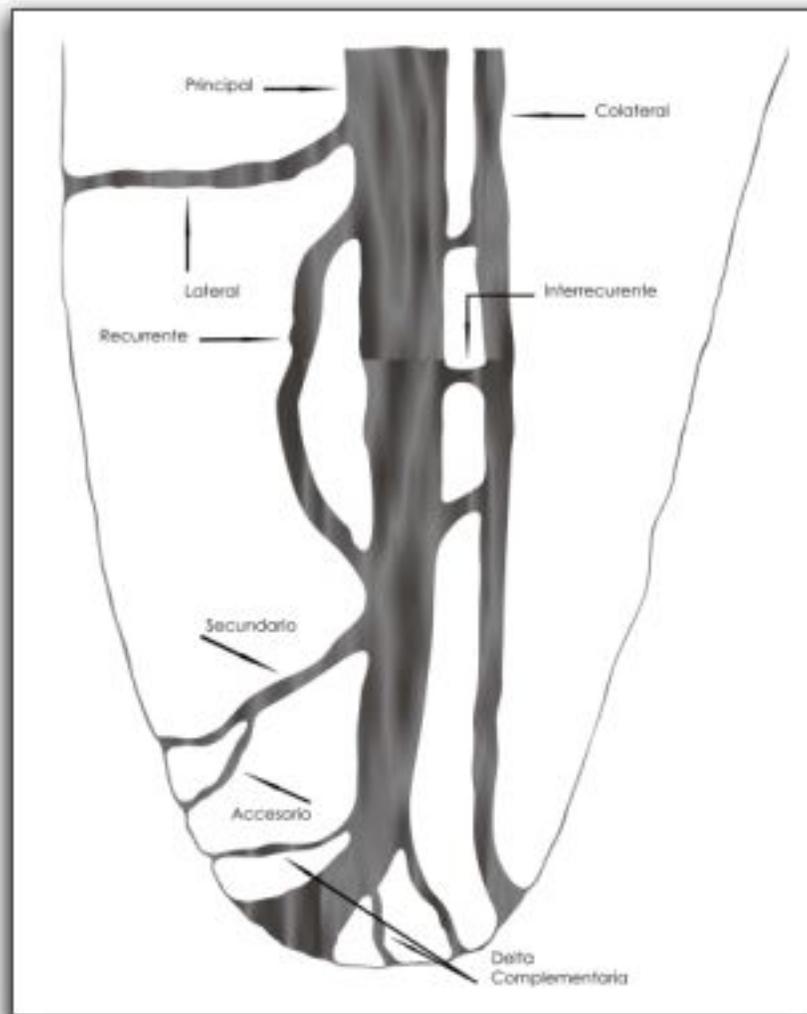


Gráfico 11. El conducto principal y sus posibles ramificaciones. Tomado de Kuttler 1955

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.

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

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

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

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.

ElAyouti 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 más 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 a aumentar y será máxima en la constricción apical (51).

ElAyouti 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)

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 fue 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 sobreobturación 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 más 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.

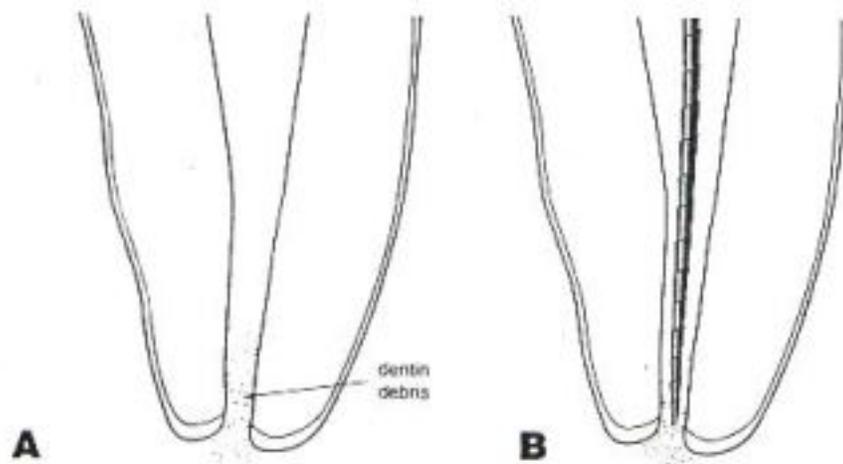


Gráfico 12. Recapitulación de la longitud de trabajo con una lima de menor diámetro. A. El remanente dentinario podría acortar la longitud de trabajo y crear un tapón en el conducto. B. recapitulación con una lima de menor diámetro que es capaz de mantener una longitud de trabajo adecuada. Tomado de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

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 tópico de discusión entre especialistas de la endodoncia.

En una pulpitis, las bacterias se encuentran, por lo general, limitadas a la cámara pulpar. La instrumentación a nivel apical bajo estas condiciones, consiste en remover el tejido no infectado y configurar la forma del conducto. Un punto favorable para la terminación de la instrumentación a nivel apical solía ser 2 o 3 mm del ápice, más que 0 a 2mm. Este principio, (pulpectomía parcial) fue originalmente propuesto por Davis(21) en 1922, quien sugirió la preservación de la pulpa a nivel apical.

Siguiendo esta teoría, algunos autores (41) obtuvieron buenos índices de éxito en sus reportes. Por lo tanto, las evidencias clínicas y biológicas indican que para casos de pulpa vital no resulta necesario que la terminación de los procedimientos se encuentren limitados a una cercanía absoluta del tercio apical.(94)

Weine(119) sugiere la instrumentación hasta la unión cemento-dentina. Así como Nguyen (72), quien de manera similar indica la unión cemento-dentina como el límite de la preparación. Otros autores han establecido que durante la instrumentación es mejor no aproximarse más de 0,5-1mm del ápice radiográfico; 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 más 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).

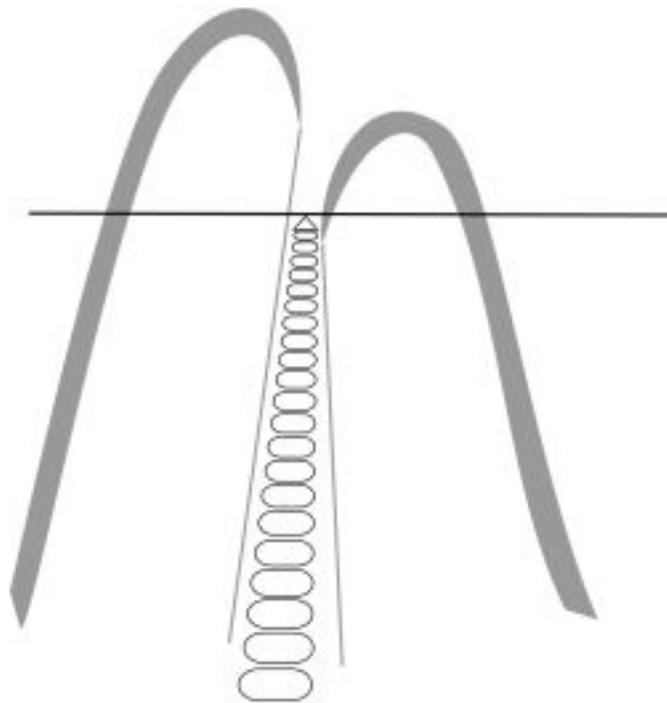


Gráfico 13. La elección de la constricción apical como límite de los procedimientos parece razonable sin tener en cuenta el tipo de tejido que hace contacto con el instrumento. Tomado de Ricucci 1998.

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.

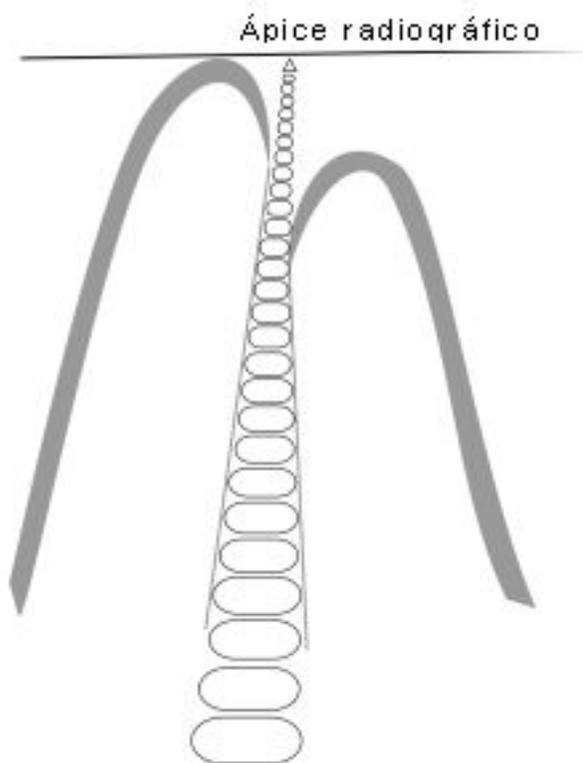


Gráfico 14. Un instrumento insertado en el ápice radiográfico se dirigirá más allá de los límites del conducto radicular, en las adyacencias del ligamento periodontal. Tomado de Ricucci., 1998

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 sobreobtención no ocurría.

Gutierrez et al. (46) evaluaron el comportamiento de dientes humanos con patología periapical luego de la sobreinstrumentación y sobreobtención 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, sobretudo, 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	Sobreobturación
Welne (1982)	Unión cemento-dentina (constricción apical)	1 mm del ápice radiográfica	0.5mm cortas adicionales (1.5 del ápice)	_____
Nguyen (1985)	Unión cemento-dentina	_____	_____	_____
Guldener (1985)	_____	1 mm del ápice radiográfica	0.5mm mas larga (0.5 mm del ápice)	_____
Pecchioni (1980)	_____	0.5-1mm del ápice radiográfica	Sobreobturación aceptada	Ligera sobreobturación sin relevancia
Seltzer et al. (1988)	_____	Instrumentación y obturación cortas	_____	No aceptadas
Langeland (1987)	Constricción apical	Constricción apical	No diferencias entre procedimientos	No recomendable
Schilder (1967, 1976, 1987)	_____	Termino radiográfica del conducta	No diferencias entre procedimientos	No relevante

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

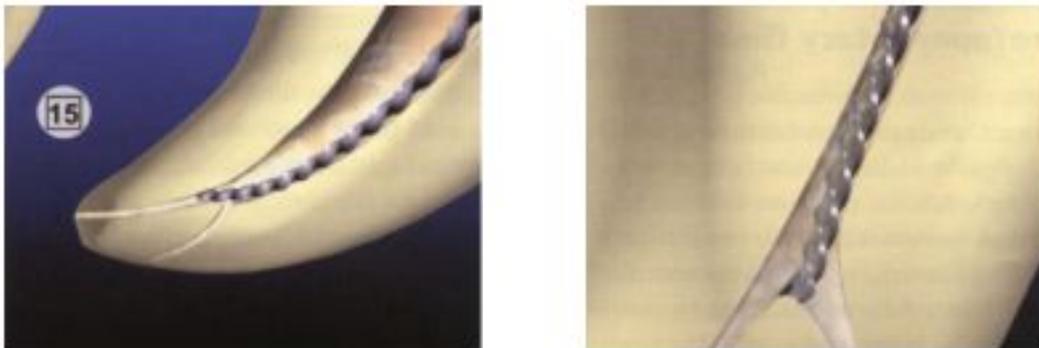
Wilkey y Senia(122) explican que no se debe instrumentar el foramen apical debido a la anatomía y el comportamiento de los instrumentos en el conducto. Así mismo apuntan que si la intención fuera limpiar el conducto a nivel del foramen, se requeriría una lima #60 en promedio. Esta medida de instrumento 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)

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 reparación.

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).

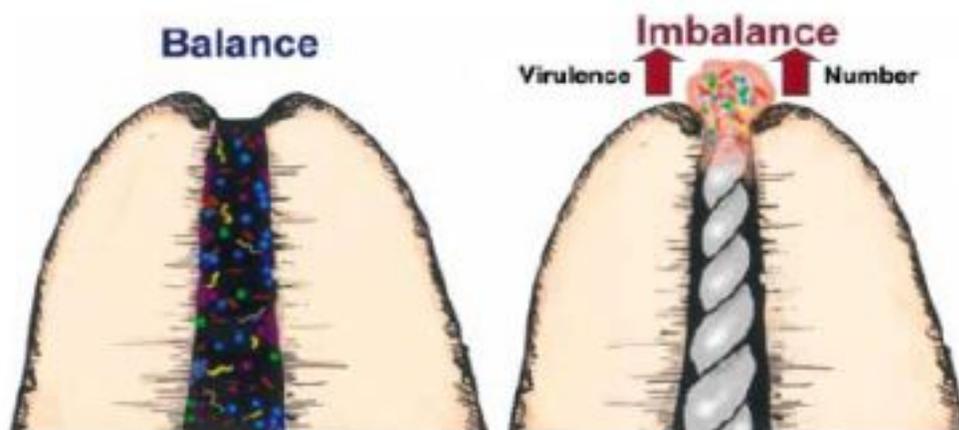


Grafico 17. Extrusión apical de microorganismos y sus productos durante los procedimientos quimiomecánicos que podrían inducir inflamación perirradicular aguda al reestablecer el balance entre agresión y defensa. De manera similar, la respuesta depende de la cantidad de microorganismos extraídos y la 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 ovales a niveles de 1 a 5 mm del ápice radicular. Tomado de Wu et al. 2000.

Obturación del tercio apical

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

obtención 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 sobre obturación 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 sobre obturación 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 sobre obturados, 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 sobre obturados, mostró respuestas inflamatorias severas alrededor de partículas de cemento para el conducto radicular y los conos de plata.(52)

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 microfiltración 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 microfiltración 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 más 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 necrótica. 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® dio 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 termoreblandecida, 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 túbulos 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 relleno 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	Thermafil/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®.

ElDeeb 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 tinte 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 fue el mostrado por el grupo 1, es decir, aquellos que fueron obturados con la técnica 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)

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.

ANATOMÍA DENTARIA DE LOS PRIMEROS Y SEGUNDOS PREMOLARES MANDIBULARES

Son cuatro: dos en el lado derecho de la mandíbula y dos en el lado izquierdo. Están inmediatamente por detrás de los caninos y por delante de los molares mandibulares.

Los primeros premolares mandibulares se desarrollan a partir de cuatro lóbulos, los segundos premolares muchas veces se desarrollan a partir de cinco lóbulos tres vestibulares y dos linguales (132).

El primer premolar mandibular siempre es el más pequeño de los dos premolares mandibulares.

Anatomía radicular externa del primer Premolar Mandibular.

Aunque la raíz del primer premolar mandibular es, generalmente, más corta que la del segundo premolar mandibular, se acerca más a la longitud del segundo premolar que a la del canino mandibular. La raíz de este diente es 3 o 4 mm más corta que la del canino mandibular, aunque el perfil de la parte vestibular de la raíz guarda una estrecha relación con la del canino (132).

La raíz de este diente es mucho más estrecha por el lado lingual y tiene una fina cresta, lisa y convexa en toda su longitud. Por ello es visible la mayor parte de la superficie mesial y distal de la raíz. A menudo aparecen depresiones de desarrollo en la raíz, con surcos de desarrollo por mesial. La raíz de este diente se adelgaza uniformemente

desde el cuello hasta el agudo ápice.

Anatomía radicular externa del segundo Premolar Mandibular.

La raíz única del segundo premolar es más larga y ancha que la del primer premolar. Rara vez está bifurcada, aunque algunos casos presentan un profundo surco de desarrollo vestibularmente; con frecuencia aparece una zona aplanada en esta región.

La raíz en su mayor parte es más ancha mesiodistalmente que la del primer premolar, manifestándose esta amplitud en casi toda su longitud, y termina en un ápice mas romo.

Cámara pulpar y conductos radiculares.

Pulpa, cámara y conductos.

La parte de la corona y de la raíz que contienen los tejidos pulpaes se ha dividido arbitrariamente en cámara pulpar y conducto pulpar. Para poder comprender la complejidad de estas estructuras es preciso estudiar y observar los dientes mediante diferentes cortes anatómicos longitudinales y transversales, utilizando el diente más representativo en cada caso.

El tejido pulpar es el componente tisular blando del diente, que ocupa su cavidad interna (cámara y conductos). En general, el contorno del tejido pulpar coincide con el perfil externo del diente (el contorno de la cámara se corresponde con la forma de la corona, mientras que el de los conductos radiculares concuerda con las raíces del diente).

La pulpa dental procede del mesénquima y tiene asignadas un número importante de funciones: formativa, nutritiva, sensorial y defensiva. Su función inicial es la formación de dentina durante el período de desarrollo. El complejo sistema sensorial de la pulpa dental controla el flujo sanguíneo, y es responsable o mediador de la sensación dolorosa. La formación de dentina secundaria o de reparación (osteodentina) significa una respuesta defensiva frente a un irritante, sea de naturaleza mecánica, química,

térmica o bacteriana. La dentina reactiva acostumbra a quedar limitada al área afectada de la pulpa. A veces, es difícil, o imposible diferenciar los cambios reactivos(respuestas frente a agresiones), de los cambios estrictos debidos a la edad.

Tamaño de la cámara pulpar.

El tamaño de la cámara pulpar depende de la edad del diente y de los antecedentes de traumatismos previos. La dentina secundaria se genera de forma continua durante toda la vida del diente, es un proceso normal, y dura mientras el diente se mantiene vital. Sin embargo, no es un proceso uniforme, porque los odontoblastos del techo y del suelo de la cámara producen mayor cantidad de dentina que los odontoblastos que están en las paredes de la cámara. Por tanto, el tamaño de la cámara es mucho mayor en los individuos jóvenes que en los adultos y debemos recordarlo antes de practicar un tallado, especialmente en las personas jóvenes.

Muchas lesiones traumáticas, si son severas, pueden originar la formación de un tipo distinto de dentina secundaria. La dentina reparadora, como respuesta a una irritación, puede ser causada por : caries , abrasión, atrición o por intervenciones odontológicas. Esta respuesta, tiene una naturaleza, protectora, pero en años posteriores puede manifestarse como una desventaja teniendo en cuenta que el espacio que contiene la pulpa es limitado.

Conviene comparar el tamaño de la cavidad pulpar con el de otros dientes. Si se comprueba que la calcificación es un fenómeno localizado y es extensa, lo mas prudente será practicar un tratamiento endodóntico antes de proceder a cualquier otro procedimiento restaurador. La opción de la endodoncia se evaluará en el caso de que exista una calcificación extrema en un diente que este programado para un tratamiento restaurador complicado.

ANATOMÍA INTERNA DEL PRIMER PREMOLAR MANDIBULAR Y DEL SEGUNDO PREMOLAR MANDIBULAR.

ANATOMÍA INTERNA PRIMER PREMOLAR MANDIBULAR.

Sección vestibulolingual (A-D).

El primer premolar mandibular se parece a un canino mandibular pequeño con una cúspide adicional. La cavidad pulpar también es semejante a la del canino mandibular. La mayoría de estos dientes tienen un solo conducto, aunque también es posible encontrarlos con dos o tres conductos.

En algunos dientes, el cuerno pulpar de la cúspide vestibular es prominente. El cuerno pulpar de la cúspide lingual puede ser prominente, pero pequeño, residual o faltar por completo.

La cámara pulpar acostumbra a ser muy grande. La cavidad pulpar suele adelgazarse suavemente hacia el ápice o bruscamente al comienzo del conducto radicular o bien constreñirse, suave o abruptamente, en la región apical (133).

El agujero apical suele salir por el ápice, ligeramente por vestibular, o por lingual a la punta de la raíz.

Sección mesiodistal.

El cuerno pulpar es prominente y puede llegar a ser muy fino en su parte oclusal. La cámara y el conducto se adelgazan suavemente hacia el ápice (133).

El agujero apical puede salir de la punta de la raíz, o de la cámara vestibular o lingual de la raíz.

Sección transversal cervical.

El tamaño de la corona y la raíz de los premolares mandibulares varían considerablemente; así como los de las cavidades pulpares. El perfil de la raíz; puede ser oval, rectangular o triangular (133).

La cavidad pulpar puede ser redondeada, elíptica o triangular, dependiendo de la forma externa de la raíz. Si existen dos canales separados y la sección transversal queda por debajo de la bifurcación de la raíz, su forma, más que redondeada, elíptica o en banda será de dos conductos redondeados.

ANATOMÍA INTERNA DEL SEGUNDO PREMOLAR MANDIBULAR.

Sección vestibulolingual.

El segundo premolar mandibular tiene la corona y la raíz más largas que las del primer premolar. La pulpa también es muy grande, y estas considerables dimensiones se limitan a la pulpa comprendida en la corona y en la porción superior del conducto radicular. Otra diferencia entre el primer y segundo premolares es que los cuernos pulpares, en el segundo premolar, suelen ser más prominentes, a los que muchas veces se añade el cuerno pulpar lingual (133).

En la mayoría de los dientes, los cuernos pulpares son prominentes, pero el cuerno lingual puede representar solamente un vestigio o ser inexistente.

La cámara pulpar acostumbra a ser grande y puede constreñirse bruscamente o estrecharse suavemente dentro del conducto radicular (133).

El agujero apical puede parecer saliendo del ápice o de la cara vestibular o lingual de la punta de la raíz.

Sección mesiodistal.

El segundo premolar mandibular es muy semejante al primero, excepto en que las dimensiones generales del segundo son algo mayores. Habitualmente, la sección mesiodistal de los premolares mandibulares y del canino, son muy semejantes. El segundo premolar mandibular acostumbra a tener una sola raíz y un conducto, que puede estar curvado en dirección distal (133).

Los cuernos pulpares son prominentes y la cámara y el conducto radicular se estrechan suavemente hacia el ápice. El agujero apical, en la mayoría de los casos, sale por la punta de la raíz.

Sección transversal cervical.

En el segundo premolar mandibular el volumen de la estructura radicular es notable, como se evidencia en la sección cervical. El perfil de la raíz es rectangular o triangular.

La cavidad pulpar acostumbra a seguir el contorno del diente, a no ser que existan múltiples canales. (133).

MICROSCOPIO OLYMPUS BX51.**Características**

Con sistema de fluorescencia UIS2 y objetivos SAPO con una señal extraordinaria en un radio pequeño y con excelentes características de transmisión nos proporcionó una señal máxima con mínimo poder de excitación. Los objetivos con su incrementado rango espectral e imagen óptica nos abrieron nuevas posibilidades de investigación y mediciones (134).

Con el nuevo sistema DIC de contraste ajustable pudimos trabajar con las muestras.

Controles de movimiento manual nos permitieron un manejo, de los filtros y condensadores de luz.

Dentro de las virtudes del microscopio Olympus BX51 tenemos: un excelente rendimiento óptico dado por su fluorescencia, resolución y contraste mejorados al máximo y su disposición lógica y diseño ergonómico (134).

IX. MATERIALES Y MÉTODOS.

Esta tesis analiza los hallazgos histológicos obtenidos de la región apical de primeros y segundos premolares mandibulares recién extraídos algunos con vitalidad pulpar y otros con necrosis pulpar, todas eran piezas unirradiculares. Los 33 dientes pertenecían a pacientes de la población de Sorata.

Se realizaron historias clínicas de cada paciente arrojando los siguientes datos: de los pacientes se tenían 13 mujeres y 12 varones con un rango de edad mínimo de 12 años y máximo de 65 años. Luego de realizadas las pruebas clínicas fueron indicadas las exodoncias en piezas con los siguientes diagnósticos: Pulpitis irreversible (7), Fines protésicos (7), Necrosis pulpar (7) y Enfermedad periodontal (4); las exodoncias fueron realizadas bajo anestesia local debido a caries, reemplazo protésico o indicación ortodóntica. Se número la muestra del número 1 al 33 en correlación con las historias clínicas.

Los dientes fueron fijados en una solución de formalina neutralizada al 10% durante 48 horas. Posteriormente se eliminaron cuidadosamente restos de tejido gingival y óseo (exceptuando el tercio apical) utilizando curetas periodontales bien afiladas. Después de esto se depositaron los dientes en frascos codificados llenos de solución fisiológica.

Estudio Macroscópico.

Se obtuvieron registros fotográficos de las caras vestibulares y distales de los dientes con una cámara digital CANON XT1400D.

Posteriormente se realizó el análisis de la anatomía externa de cada uno de los dientes utilizando lentes de aumento consignando el estado de la porción coronaria, presencia de lesiones cariosas, el número de raíces, la emergencia apical, forámenes principales y accesorios, etc.

Estudio Radiográfico

El siguiente paso fue el estudio radiológico. Con el objetivo de hacer más cómodo el manejo de los dientes en estudio se fijaron en cubos de cera pegajosa. Una radiografía preoperatoria fue tomada para cada pieza dentaria. El equipo radiográfico Sirona modelo 4684606d3302 serie 07802 de 7 Ma 60 Kv De Siemens y películas Kodak ultra Speed Safety One Film de 31 x 41 mm fueron utilizadas para la toma de estas radiografías, las que fueron procesadas automáticamente, utilizando la reveladora Periomat modelo D74321 Bietigheim de 50 Hz y 220 370 W.

La distancia foco placa fue de 4 cm y el tiempo de exposición a los Rx de 0.64 segundos.

Aunque estudios señalan a la técnica de paralelismo como la técnica que ofrece mejor visión de la pieza dentaria con una menor cantidad de distorsión (ideal para el tratamiento endodóntico) se optó por una técnica con una angulación de 17 grados respecto del eje mayor del diente (técnica bisectriz) debido a la dificultad para utilizar un posicionador.

Cada imagen fue identificada con el mismo número de la muestra evaluada.

Con la ayuda de un negatoscopio se fueron analizando película por película registrando el número de conductos, cierre apical y el número de salidas apicales.

Se tomaron registros fotográficos individuales de todas las películas radiográficas.

Exclusión de dientes que no cumplían los criterios de inclusión

Una vez concluidos los exámenes macroscópico y radiográfico de cada pieza se eliminaron del estudio 8 dientes debido a que presentaban 3 raíces, 3 conductos, 2 raíces, 2 conductos y presentaban ápices abiertos.

Resultando el número de dientes componentes de la muestra final 25.

Primer desgaste

Se procedió a un primer desgaste grueso en el plano mesiodistal de las porciones corono radicular utilizando una piedra de acrílico y un motor de baja velocidad, hasta que el conducto radicular y la unión cemento dentina se distinguieran.

Se tomaron registros fotográficos.

Segundo desgaste

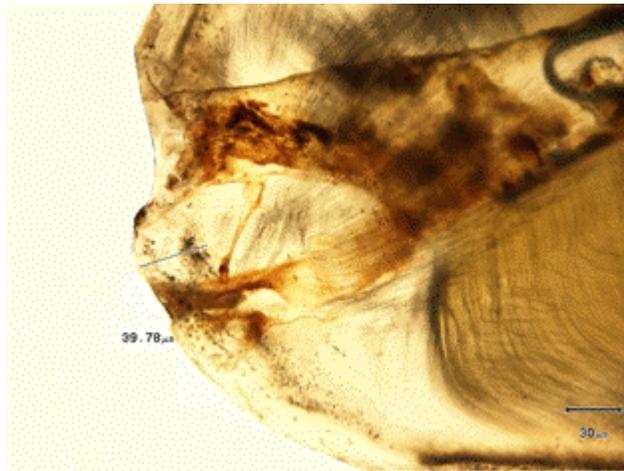
El equipo de trabajo de la presente tesis decidió retirar la corona anatómica de las piezas dentarias para facilitar un segundo desgaste fino, para lo cual se utilizaron discos de carburo accionados por una pieza recta de baja velocidad.

El siguiente paso utilizó hojas de papel de lija de agua de grano fino números 600, 1200 y 1500 en un segundo desgaste. Durante este desgaste fino se hicieron controles al MO para evitar daños en las muestras. Una vez observada la constricción apical unión cemento dentina se montaron las muestras empleando portaobjetos, Flotex, cubreobjetos.

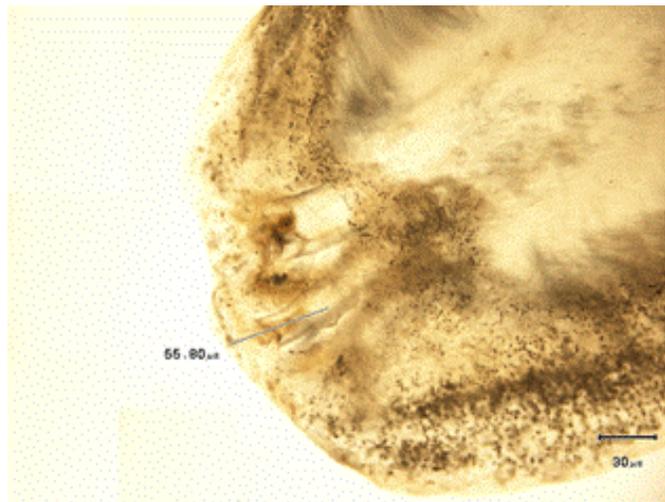
Se obtuvieron registros empleando el microscopio Olympus BX51. para así obtener mediciones de la distancia entre el ápice anatómico y unión cemento Dentina.

Los datos fueron registrados independientemente, por el autor y la tutora. Los resultados fueron analizados estadísticamente obteniéndose promedios de la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento- dentina; además se comparó si esta medida variaba en relación al diagnóstico, si la pieza era un primer o segundo premolar mandibular y de acuerdo al género.

Muestra 1



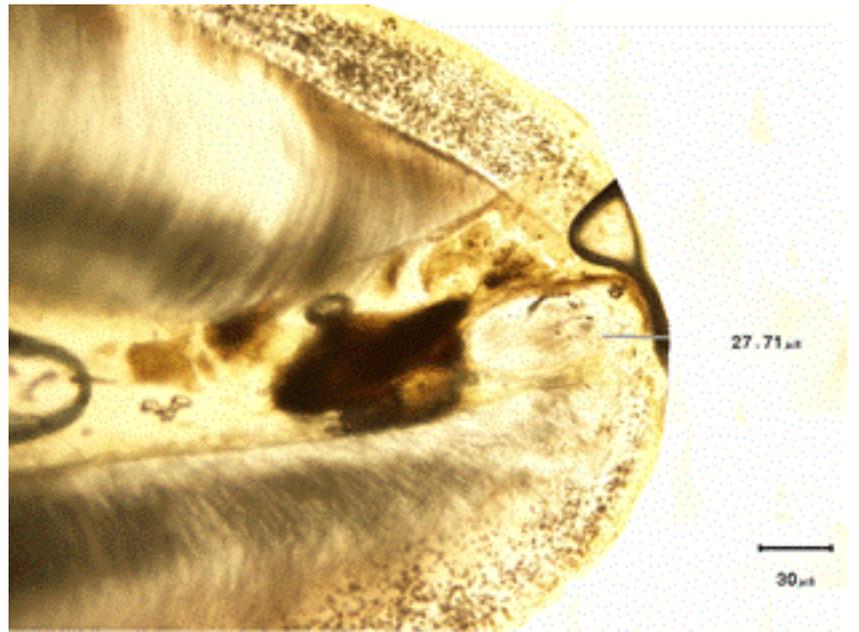
Muestra 2



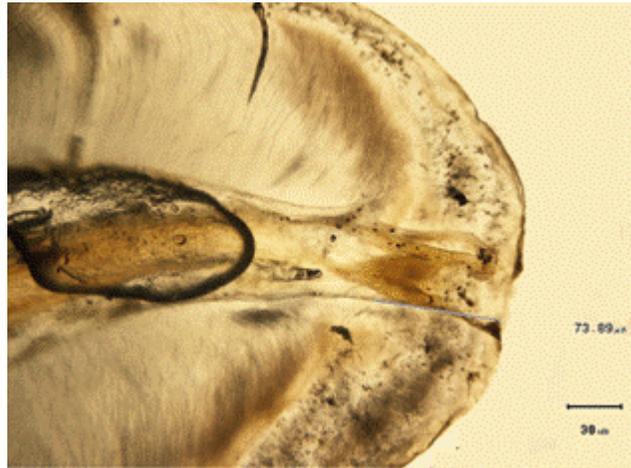
Muestra 3



Muestra 4



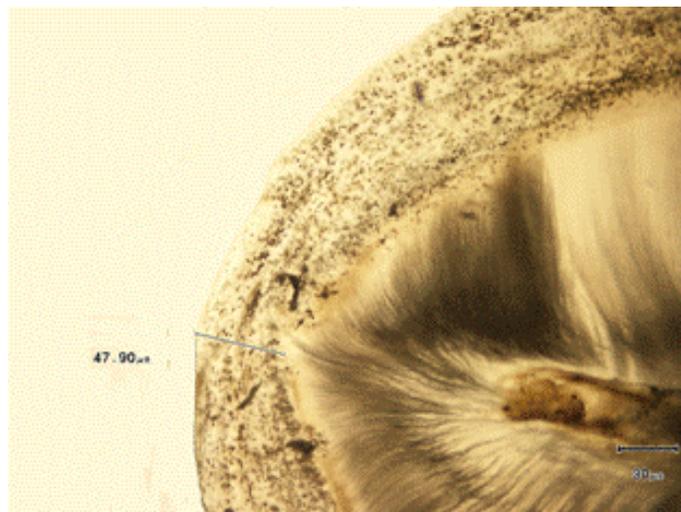
Muestra 5



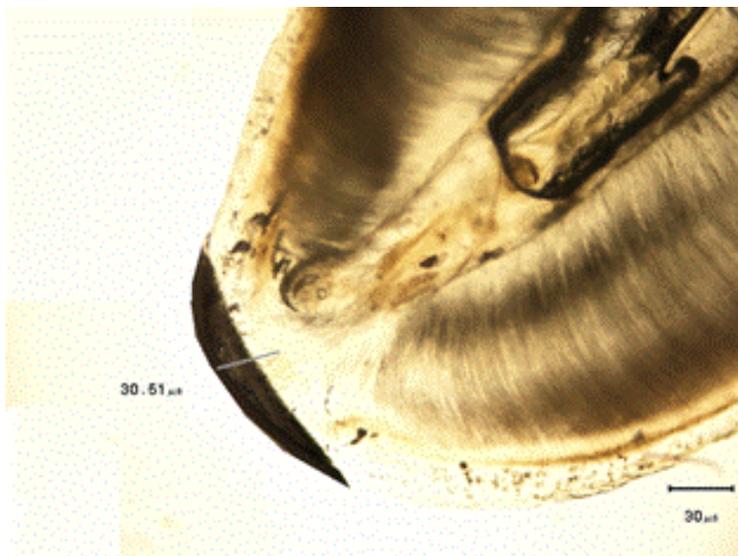
Muestra 6



Muestra 7.



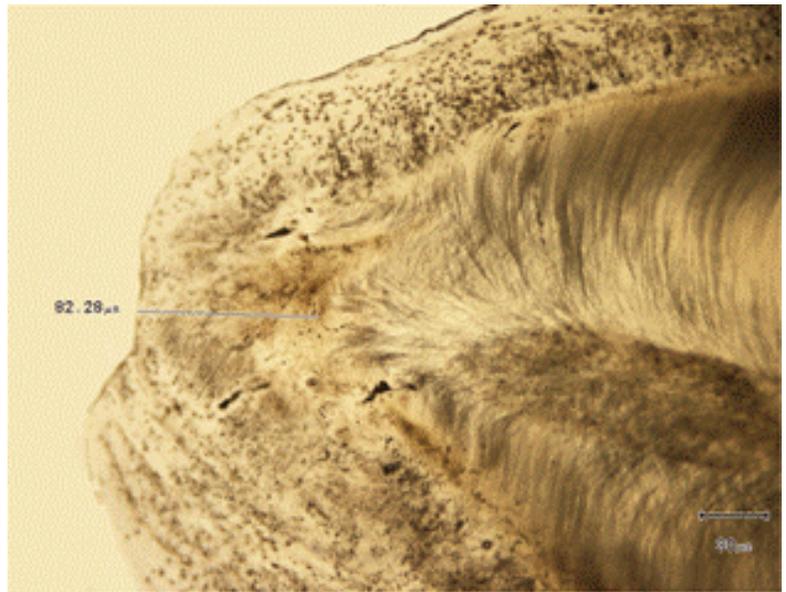
Muestra 8.



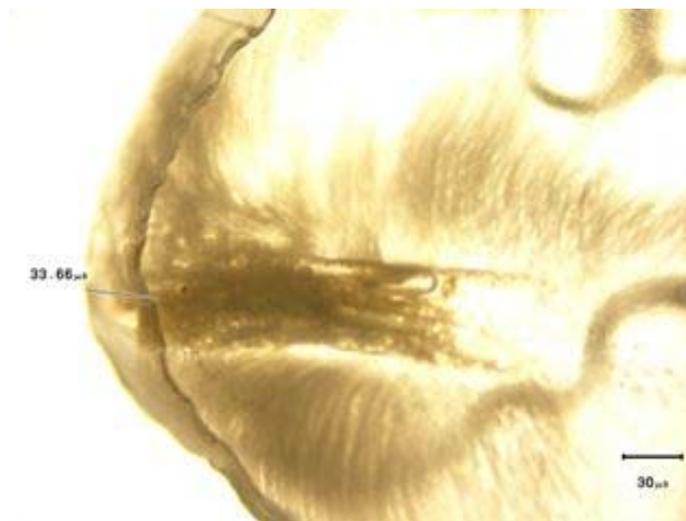
Muestra 9.



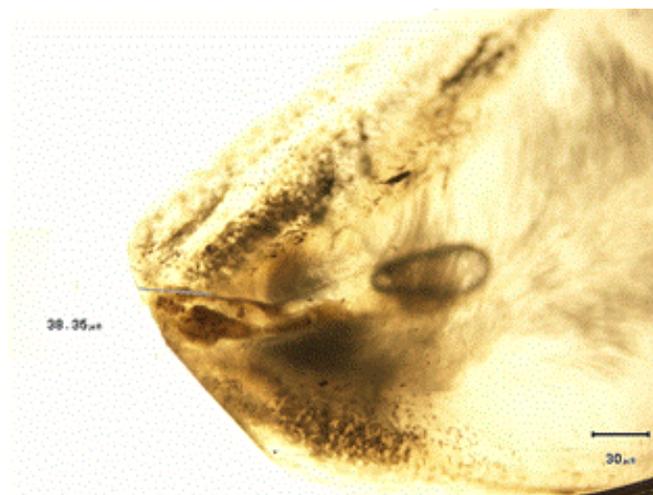
Muestra 10.



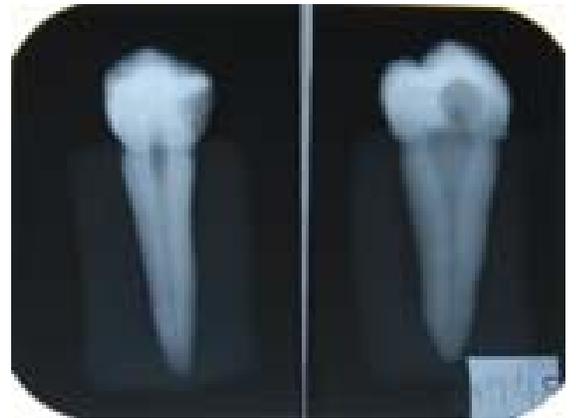
Muestra 11.



Muestra 12.



Muestra 14.



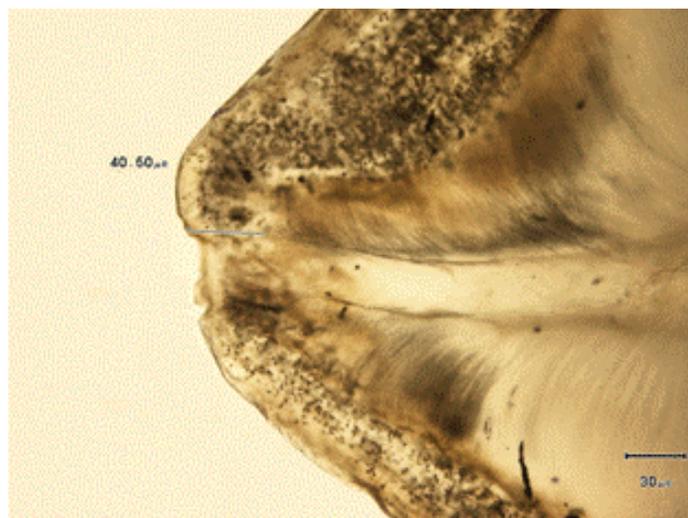
Muestra 16



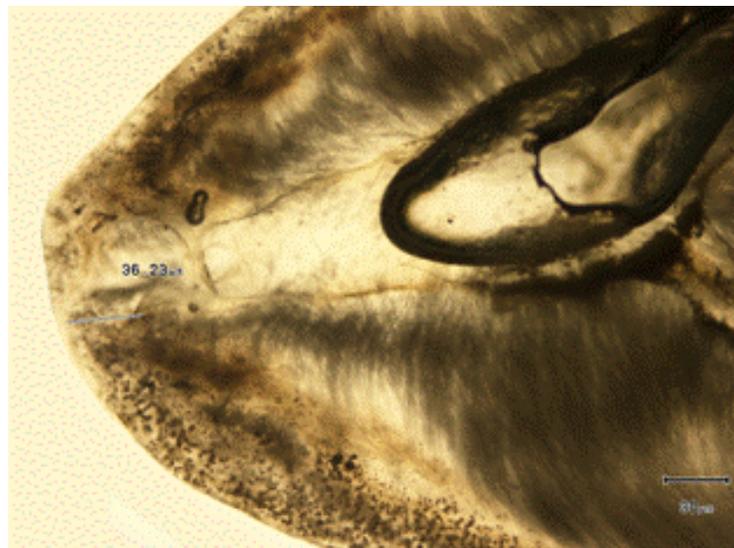
Muestra 19.



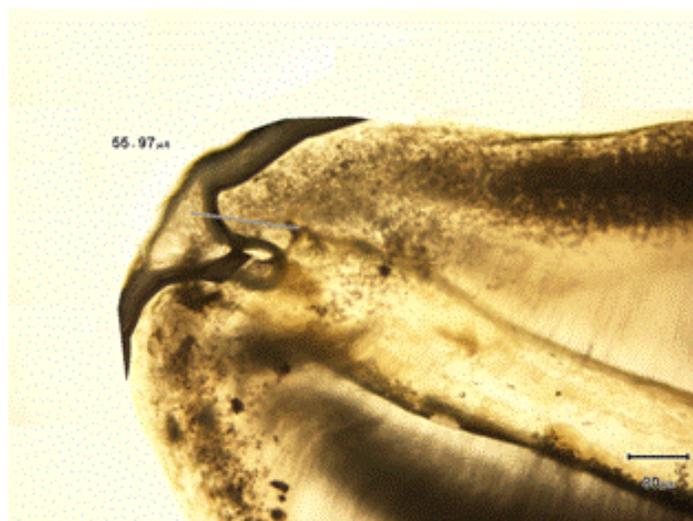
Muestra 21.



Muestra 23.



Muestra 25.



Muestra 26.



Muestra 27.



Muestra 28.



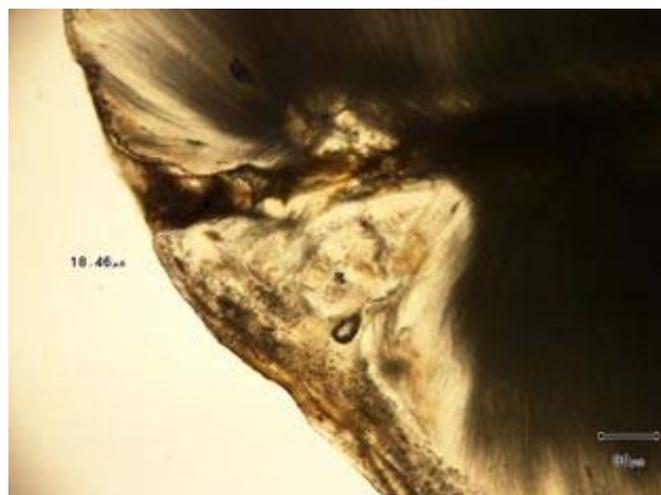
Muestra 29.



Muestra 30.



Muestra 33.



X. RESULTADOS

Las siguientes Tablas y Gráficos muestran los resultados cuantitativos de la población analizada :

Tabla 1. Distribución de Frecuencia Distancia entre Ápice Anatómico y la UCD

Clase	Frecuencia	%
10,15	1	4%
33,46	7	28%
56,77	12	48%
80,08	2	8%
103,39	2	8%
y mayor...	1	4%
Totales	25	100%

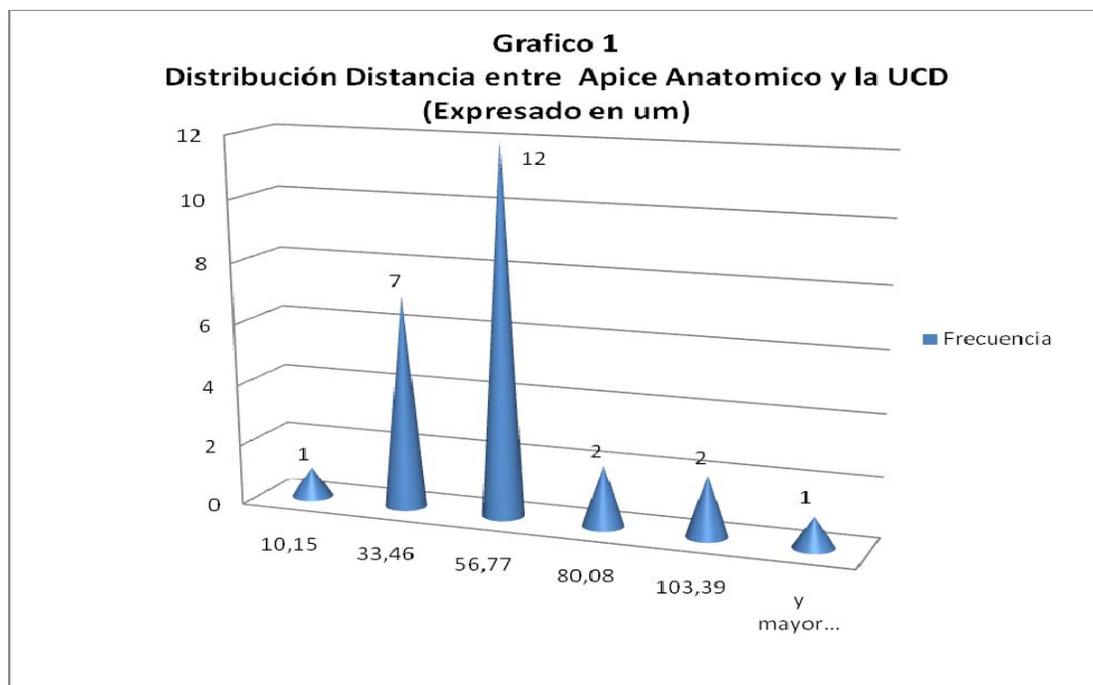


Tabla 2. Promedio de Distancia entre Ápice Anatómico y UCD según Diagnóstico

PROMEDIO DISTANCIA APICE ANATOMICO Y UDC vs DIAGNOSTICO	Promedio (Um)
Enfermedad Periodontal	42,003
Fines Protésicos	31,003
Necrosis Pulpar	48,879
Pulpitis Irreversible	57,190
Promedio General	45,100

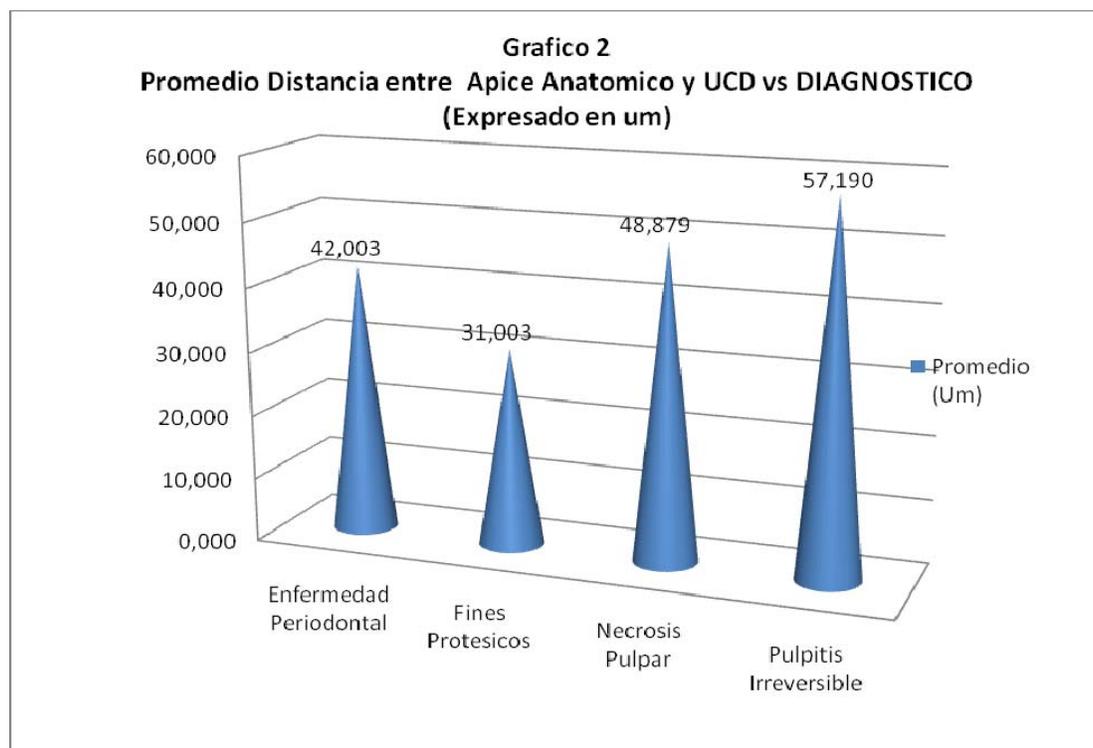


Tabla 3. Número de Pacientes según Diagnostico

NUMERO DE PACIENTES POR DIAGNOSTICO	# PACIENTES	%
Enfermedad Periodontal	4	16%
Fines Protésicos	7	28%
Necrosis Pulpar	7	28%
Pulpitis Irreversible	7	28%
Total General	25	100%

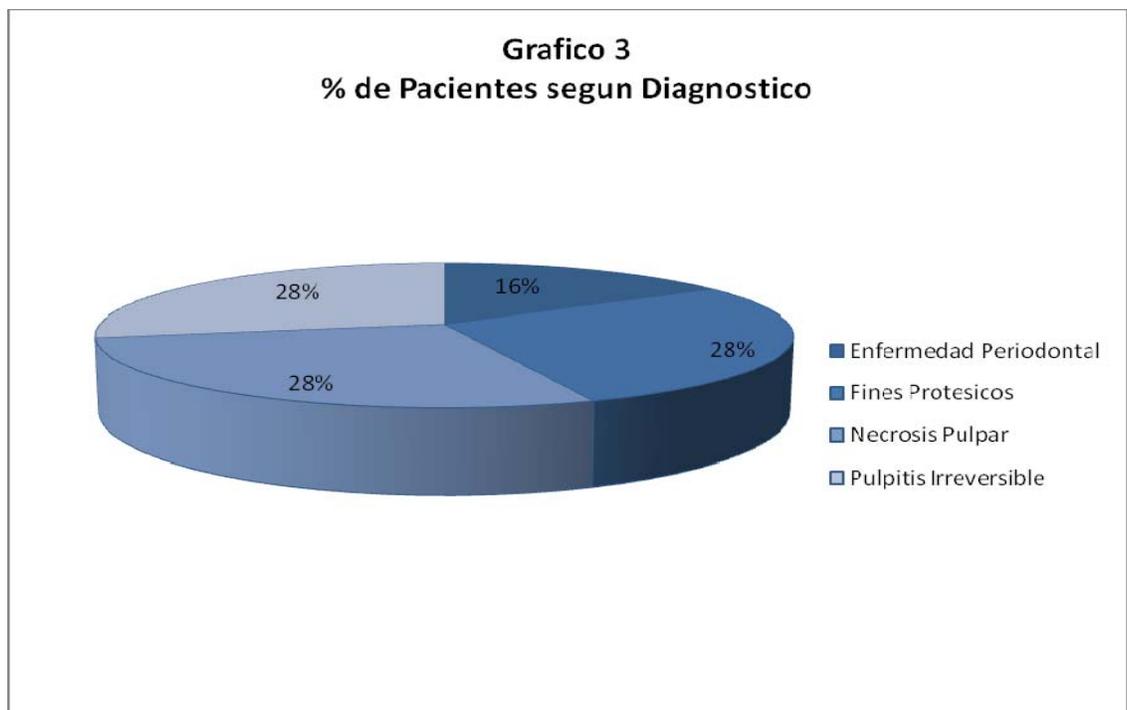


Tabla 4. Promedio de Distancia entre Ápice Anatómico y UCD según Pieza Dental

PROMEDIO DISTANCIA APICE ANATOMICO Y UDC vs PIEZA DENTAL	Promedio (Um)
PRIMER PREMOLAR	48,226
SEGUNDO PREMOLAR	40,412

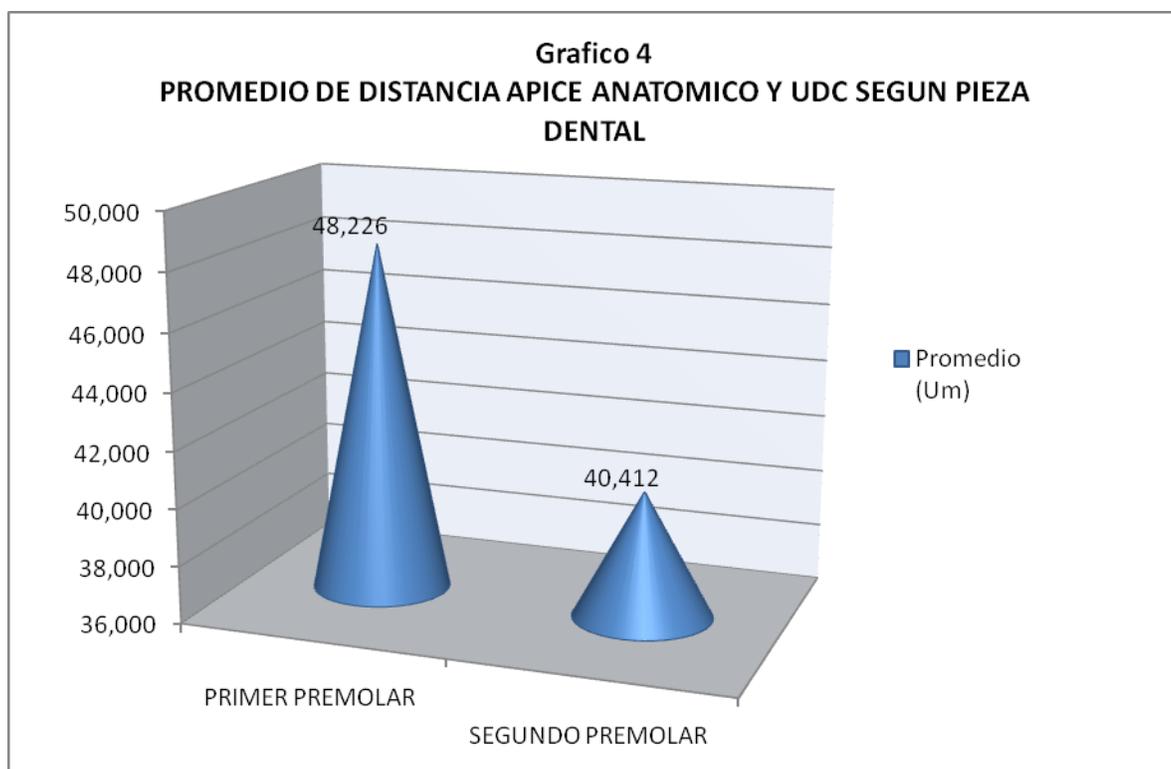
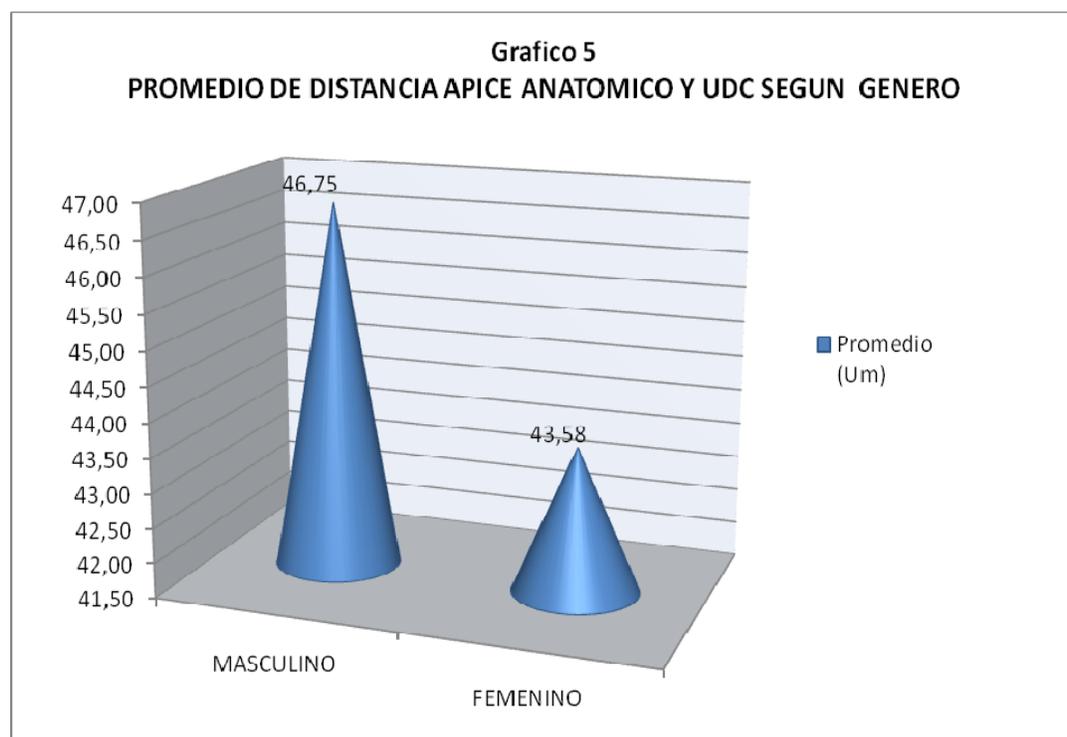


Tabla 5. Promedio de Distancia entre Ápice Anatómico y UCD según Género

PROMEDIO DISTANCIA APICE ANATOMICO Y UDC vs GENERO	Promedio (Um)
MASCULINO	46,75
FEMENINO	43,58
Promedio General	45,100



El análisis histológico de las porciones apicales mostró cemento celular con cementocitos dispuestos en forma aracnoide alrededor del ápice. De los cuerpos celulares de estos cementocitos se proyectaban numerosos procesos irradiados y lacunares.

El estudio histológico y las medidas de las porciones apicales de los premolares demostraron que la localización de la unión cemento- dentina no se encuentra en un punto fijo. La distancia en la que el cemento y la dentina se contactaron varió desde 10.15 μm hasta 126.70 μm , con una confiabilidad del 99% se obtiene un intervalo de confianza para la media de $45.100 \pm 16.87 \mu\text{m}$ ($\mu \pm \text{SD}$).

De acuerdo al diagnóstico las piezas dentarias extraídas por fines protésicos tuvieron una distancia promedio entre su ápice anatómico y la unión cemento-dentina de 31.00 μm , los dientes con enfermedad periodontal 42.00 μm , los dientes con necrosis pulpar 48.87 μm y los dientes con pulpitis irreversible 57.19 μm .

De acuerdo al tipo de pieza dental los primeros premolares tuvieron una distancia promedio de 48.22 μm mientras que el promedio para los segundos premolares fue de 40.41 μm .

En cuanto al género, se observó que la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina en los dientes de hombres fue de 46.75 μm , mientras que fue de 43.58 μm para los dientes de mujeres, no existiendo, entonces diferencia significativa.

XI. CONCLUSIONES.

El límite apical tanto de la preparación como del material de obturación utilizado en un tratamiento endodóntico es considerado un factor importante en el éxito de dicho tratamiento. Los métodos de determinación de la anatomía apical ya sean clínicos o radiográficos presentan cierto grado de dificultad.

Los resultados de la presente tesis demuestran claramente que la distancia de la unión entre el cemento y la dentina apical en premolares mandibulares es variable.

Los resultados obtenidos mostraron además una variabilidad en dicha distancia de acuerdo al diagnóstico por el cual se indicó la exodoncia, siendo la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento dentina mayor en dientes con pulpitis irreversible y necrosis pulpar en comparación con los dientes con enfermedad periodontal y dientes sanos (fines protésicos).

También se encontró que la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento-dentina presentó valores mayores en los primeros premolares mandibulares en comparación con los valores en los segundos premolares.

En cuanto al género no hubo diferencias significativas en la distancia entre el ápice anatómico y la unión cemento dentina en varones y mujeres.

Con base en los resultados mostrados se recomienda realizar nuevos estudios que permitan establecer patrones específicos entre la variabilidad de la distancia de la unión entre el cemento y la dentina apical y los diferentes diagnósticos estudiados, ampliando las poblaciones de estudio.

XIII. BIBLIOGRAFÍA.

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 interesting 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, Lôt 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 apexes 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 radiculares.* Montevideo. 1945; Tomo I, p.145 y ss.
83. Reader A, Foreman D.W. An ultrastructural 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 Health* 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, Löst 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.

131. James k,Avery – Daniel j, Chiego,Jr . Principios de Histologia Y Embriologia bucal con orientación clínica. Tercera Edición. Capitulo 5 Desarrollo de los dientes, pag 64 -72

132. Wheeler. Anatomía, fisiología y oclusión dental. Octava edición 2004 Madrid Elsevier S.A capitulo 10.pag 237-259.

133. A.Y. Saad & A. S. Al-Yahya . The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study .International Endodontic Journal, 36, 541-544, 2003.

134. OLYMPUS BX51: microscope.olympus-global.com/en/ga/product/bx51p.

XIV. ANEXOS.

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
1	ANGEL HUANCA	66	MASCULINO	SORATA	22	ENFERMEDAD PERIODONTAL
2	YESICA HUANCA	15	FEMENINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
3	ANA HUAYWA	8	FEMENINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE
4	ARIL ALVAREZ	70	FEMENINO	SORATA	31	ENFERMEDAD PERIODONTAL
5	SILVERIO ARAYA	35	MASCULINO	SORATA	13	ENFERMEDAD PERIODONTAL
6	ELENA JUANDO	39	FEMENINO	SORATA	33	PULPITIS IRREVERSIBLE
7	ANGEL HUANCA	66	MASCULINO	SORATA	12	ENFERMEDAD PERIODONTAL
8	DANIA MAMANI	56	FEMENINO	SORATA	26	PULPITIS IRREVERSIBLE
9	TOMASA COROMI	50	FEMENINO	SORATA	15	PULPITIS IRREVERSIBLE
10	MARIANA QUISPE	63	FEMENINO	SORATA	47	ENFERMEDAD PERIODONTAL
11	MARIA CABRERA	13	FEMENINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
12	JULIO HERRERA	20	MASCULINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE
13	MARTHA LLOJLLA	44	FEMENINO	SORATA	22	PULPITIS IRREVERSIBLE
14	JAIME MAMANI	17	MASCULINO	SORATA	14	ENFERMEDAD PERIODONTAL
15	SUSANA QUISPE	43	FEMENINO	SORATA	14	ENFERMEDAD PERIODONTAL
16	GROVER MAMANI	18	MASCULINO	SORATA	14	PULPITIS IRREVERSIBLE
17	EDWIN CHOQUE	10	MASCULINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE
18	JUANA CHOQUE	65	FEMENINO	SORATA	26	NECROSIS
19	ALBERTINA ARUQUINA	13	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
20	FABIAN HUANCA	50	MASCULINO	SORATA	45	NECROSIS
21	REMEDIOS HUANCA	58	FEMENINO	SORATA	42	NECROSIS
22	REMEDIOS HUANCA	58	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
23	JUAN QUISPE	21	MASCULINO	SORATA	17	NECROSIS
24	VICTORIA ALACA	20	FEMENINO	SORATA	45	NECROSIS
25	CRISTINA CARRASCO	14	FEMENINO	SORATA	25	NECROSIS
26	LUCILA VELASCO	36	FEMENINO	SORATA	13	NECROSIS
27	RAÚL ACHOCALLA	48	MASCULINO	SORATA	31	NECROSIS
28	GERMAN ACHOCALLA	33	MASCULINO	SORATA	34	PULPITIS IRREVERSIBLE
29	RENE HUASCO	20	MASCULINO	SORATA	35	PULPITIS IRREVERSIBLE
30	DAVID PAREDES	13	MASCULINO	SORATA	11	NECROSIS
31	NICANOR ALACA	26	MASCULINO	SORATA	17	NECROSIS
32	VIRGINIA CHINO	38	FEMENINO	SORATA	41	NECROSIS
33	JUANA LAIME	29	FEMENINO	SORATA	33	NECROSIS
34	PAULINO CORI	72	MASCULINO	SORATA	36	ENFERMEDAD PERIODONTAL
35	LUCILA HUANCA	17	FEMENINO	SORATA	15	PULPITIS IRREVERSIBLE
36	NELSON PARADA	17	MASCULINO	SORATA	26	PULPITIS IRREVERSIBLE
37	EDGAR CHUQUIMIA	12	MASCULINO	SORATA	26	NECROSIS

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
38	JUANA MAMANI	34	FEMENINO	SORATA	35	NECROSIS
39	JULIO SANCHEZ	22	MASCULINO	SORATA	43	PULPITIS IRREVERSIBLE
40	NOELIA PARI	13	FEMENINO	SORATA	13	PULPITIS IRREVERSIBLE
41	NOELIA PARI	13	FEMENINO	SORATA	25	PULPITIS IRREVERSIBLE
42	VIRGINIA CHINO	38	FEMENINO	SORATA	11	NECROSIS
43	RICHARD QUISPE	14	MASCULINO	SORATA	26	PULPITIS IRREVERSIBLE
44	JUAN QUISPE	15	MASCULINO	SORATA	45	PULPITIS IRREVERSIBLE
45	SONIA CHAMBI	16	FEMENINO	SORATA	45	PULPITIS IRREVERSIBLE
46	MARIA QUISPE	22	FEMENINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
47	LIMBERT CONDORI	9	MASCULINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE
48	JUAN CANAVIRI	37	MASCULINO	SORATA	37	NECROSIS
49	JUAN CANAVIRI	37	MASCULINO	SORATA	16	NECROSIS
50	JACINTO CANSECO	49	MASCULINO	SORATA	25	NECROSIS
51	ROQUE CHOQUE	39	MASCULINO	SORATA	37	PULPITIS IRREVERSIBLE
52	PETRONA CONDORI	39	FEMENINO	SORATA	21	ENFERMEDAD PERIODONTAL
53	PETRONA CONDORI	59	FEMENINO	SORATA	13	ENFERMEDAD PERIODONTAL
54	ROXANA KATARI	70	FEMENINO	SORATA	15	ENFERMEDAD PERIODONTAL
55	ROCIO VARGAS	14	FEMENINO	SORATA	25	PULPITIS IRREVERSIBLE
56	FLAVIO ALARCÓN	53	MASCULINO	SORATA	41	PULPITIS IRREVERSIBLE
57	JOSÉ SALAZAR	40	MASCULINO	SORATA	31	NECROSIS
58	RAÚL QUISPE	60	MASCULINO	SORATA	15	ENFERMEDAD PERIODONTAL
59	DINA CALLA	67	FEMENINO	SORATA	16	ENFERMEDAD PERIODONTAL
60	SUSANA COLQUE	43	FEMENINO	SORATA	34	ENFERMEDAD PERIODONTAL
61	SUSANA COLQUE	43	FEMENINO	SORATA	35	ENFERMEDAD PERIODONTAL
62	PEDRO CALLE	25	MASCULINO	SORATA	34	PULPITIS IRREVERSIBLE
63	LUIS ARMAZA	19	MASCULINO	SORATA	37	PULPITIS IRREVERSIBLE
64	SERGIO CALISAYA	42	MASCULINO	SORATA	23	PULPITIS IRREVERSIBLE
65	CESAR BARRIENTOS	45	MASCULINO	SORATA	43	FINES PROTETICOS
66	CESAR BARRIENTOS	45	MASCULINO	SORATA	33	FINES PROTETICOS
67	BLANCA SOSA	42	FEMENINO	SORATA	33	ENFERMEDAD PERIODONTAL
68	ANA LUISA CHOQUE	47	FEMENINO	SORATA	33	ENFERMEDAD PERIODONTAL
69	ANA LUISA CHOQUE	47	FEMENINO	SORATA	43	ENFERMEDAD PERIODONTAL
70	VICTOR CARDENAS	58	MASCULINO	SORATA	35	PULPITIS IRREVERSIBLE
71	LOURDES MAMANI	12	FEMENINO	SORATA	24	PULPITIS IRREVERSIBLE
72	FELIPE PANCARA	19	MASCULINO	SORATA	14	NECROSIS
73	JOSEFINA LARUTA	38	FEMENINO	SORATA	41	PULPITIS IRREVERSIBLE
74	LUIS JIMENEZ BLANCO	14	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
75	ROSA NAVIA	20	FEMENINO	SORATA	15	NECROSIS
76	ANGELA ALAVE	10	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
77	JULIAN MAMANI	48	MASCULINO	SORATA	23	ENFERMEDAD PERIODONTAL
78	RICHARD CORALES	23	MASCULINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE
79	EUSEBIO LIMA	40	MASCULINO	SORATA	33	ENFERMEDAD PERIODONTAL
80	FABIAN HUANCA	50	MASCULINO	SORATA	45	ENFERMEDAD PERIODONTAL
81	ELIZABETH FLORES	18	FEMENINO	SORATA	11	NECROSIS
82	ELIZABETH FLORES	18	FEMENINO	SORATA	24	NECROSIS
83	EUSEBIO APAZA	25	MASCULINO	SORATA	11	PULPITIS IRREVERSIBLE
84	CARMELO MAMANI	42	MASCULINO	SORATA	46	PULPITIS IRREVERSIBLE
85	SOFIA LLAMAHUAYA	13	FEMENINO	SORATA	46	PULPITIS IRREVERSIBLE
86	MARCELO QUISPE	32	MASCULINO	SORATA	14	PULPITIS IRREVERSIBLE
87	MARCELO QUISPE	32	MASCULINO	SORATA	43	PULPITIS IRREVERSIBLE
88	ENRRIQUE CRUZ	63	MASCULINO	SORATA	23	NECROSIS
89	ELVIRA MAMANI	45	FEMENINO	SORATA	35	ENFERMEDAD PERIODONTAL
90	ELVIRA MAMANI	45	FEMENINO	SORATA	41	ENFERMEDAD PERIODONTAL
91	ELVIRA MAMANI	45	FEMENINO	SORATA	32	ENFERMEDAD PERIODONTAL
92	ELVIRA MAMANI	45	FEMENINO	SORATA	42	ENFERMEDAD PERIODONTAL
93	ELVIRA MAMANI	45	FEMENINO	SORATA	31	ENFERMEDAD PERIODONTAL
94	PASTORA TICONA	29	FEMENINO	SORATA	45	ENFERMEDAD PERIODONTAL
95	AMALIA RAMOS	35	FEMENINO	SORATA	17	NECROSIS
96	AMALIA RAMOS	35	FEMENINO	SORATA	27	NECROSIS
97	EVELYN ROSALES	32	FEMENINO	SORATA	16	NECROSIS
98	ALBERTO PILLCO	37	MASCULINO	SORATA	41	ENFERMEDAD PERIODONTAL
99	PAOLA CHOQUEHUANCA	54	FEMENINO	SORATA	43	ENFERMEDAD PERIODONTAL
100	FREDDY CRUZ	48	MASCULINO	SORATA	33	ENFERMEDAD PERIODONTAL
101	ALFREDO TICONA	36	MASCULINO	SORATA	25	FINES PROTÉSICOS
102	JORGE CHOQUECHALCO	14	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
103	JUANA MAMANI	26	FEMENINO	SORATA	16	NECROSIS
104	PEDRO RUIZ	17	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
105	JULIA TINTAYA	31	FEMENINO	SORATA	17	NECROSIS
106	ISRAEL ROJAS	24	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
107	XIMENA PILLCO	18	FEMENINO	SORATA	14	PULPITIS IRREVERSIBLE
108	JUSTINA TORREZ	21	FEMENINO	SORATA	34	NECROSIS
109	GABRIEL MAYTA	33	MASCULINO	SORATA	23	FINES PROTÉSICOS
110	ANTONIA COAQUIRA	46	FEMENINO	SORATA	27	PULPITIS IRREVERSIBLE
111	JOSEFINA APAZA	23	FEMENINO	SORATA	36	PULPITIS IRREVERSIBLE

ANEXO I**POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)**

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
112	ESTEBAN RAMOS	52	MASCULINO	SORATA	13	FINES PROTETICOS
113	MARGARITA MARTINEZ	25	FEMENINO	SORATA	34	PULPITIS IRREVERSIBLE
114	MILENKA PILLCO	31	FEMENINO	SORATA	33	ENFERMEDAD PERIODONTAL
115	AUGUSTO VARGAS	41	MASCULINO	SORATA	44	NECROSIS
116	ANDREA COLQUE	26	FEMENINO	SORATA	24	FINES PROTÉSICOS
117	LUIS ANGEL CLAROS	60	MASCULINO	SORATA	13	ENFERMEDAD PERIODONTAL
118	ANA MARIA ROSALES	29	FEMENINO	SORATA	21	NECROSIS
119	SOFÍA COLQUE	31	FEMENINO	SORATA	47	PULPITIS IRREVERSIBLE
120	JOSÉ RÍOS	16	MASCULINO	SORATA	16	NECROSIS
121	MARIA TICONA	19	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
122	OSCAR MAMANI	18	MASCULINO	SORATA	26	NECROSIS
123	JANETH LOMA	17	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
124	JESUS QUISPE	45	MASCULINO	SORATA	14	FINES PROTÉSICOS
125	ALBERTINA CONDE	51	FEMENINO	SORATA	35	ENFERMEDAD PERIODONTAL
126	JOAQUIN SEGALES	15	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
127	MILDRED QUISBERT	18	FEMENINO	SORATA	16	NECROSIS
128	RAMIRO MAYTA	44	MASCULINO	SORATA	42	ENFERMEDAD PERIODONTAL
129	SANDRA LIMA	18	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
130	OLINDA MARTINEZ	26	FEMENINO	SORATA	24	NECROSIS
131	OSCAR QUISPE	20	MASCULINO	SORATA	44	NECROSIS
132	EUSEBIA TARQUI	23	FEMENINO	SORATA	21	ENFERMEDAD PERIODONTAL
133	GABRIELA ROJAS	39	FEMENINO	SORATA	31	ENFERMEDAD PERIODONTAL
134	GUSTAVO CHOQUETARQUI	28	MASCULINO	SORATA	34	NECROSIS
135	EUSEBIA TARQUI	23	FEMENINO	SORATA	22	ENFERMEDAD PERIODONTAL
136	JOSEFINA PEREZ	19	FEMENINO	SORATA	12	PULPITIS IRREVERSIBLE
137	JOSE LUIS CHACON	13	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
138	HELENA CHACON	15	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
139	CARLOS FERNANDEZ	12	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
140	ALEJANDRO POMA	14	MASCULINO	SORATA	26	PULPITIS IRREVERSIBLE
141	MAURICIO ARUQUIPA	29	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
142	ALBERTO COAQUIERA	12	MASCULINO	SORATA	47	NECROSIS
143	BENJAMIN APAZA	8	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
144	EDWIN CHOQUE	11	MASCULINO	SORATA	27	NECROSIS
145	ALICIA TARQUI	18	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
146	MARTIN COLQUE	14	FEMENINO	SORATA	27	PULPITIS IRREVERSIBLE
147	JOAQUIN APAZA	16	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
148	MARITZA MARTINEZ	90	FEMENINO	SORATA	13	ENFERMEDAD PERIODONTAL

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
149	RAMIRO LARUTA	57	MASCULINO	SORATA	31	ENFERMEDAD PERIODONTAL
150	ENRRIQUE PALLI	29	MASCULINO	SORATA	24	FINES PROTÉTICOS
151	JUAN MAMANI	50	MASCULINO	SORATA	13	FINES PROTÉTICOS
152	JUAN MAMANI	50	MASCULINO	SORATA	31	FINES PROTÉTICOS
153	JUAN MAMANI	50	MASCULINO	SORATA	12	FINES PROTÉTICOS
154	JULIA MAMANI	24	FEMENINO	SORATA	33	PULPITIS IRREVERSIBLE
155	MARIBEL CORTEZ	29	FEMENINO	SORATA	26	NECROSIS
156	ERNESTO COLQUIRI	15	MASCULINO	SORATA	47	PULPITIS IRREVERSIBLE
157	PATRICIO QUISPE	30	MASCULINO	SORATA	26	NECROSIS
158	EDWIN VELASQUEZ	37	MASCULINO	SORATA	31	ENFERMEDAD PERIODONTAL
159	DAVID VILLENA	22	MASCULINO	SORATA	34	FINES PROTÉTICOS
160	DAVID VILLENA	22	MASCULINO	SORATA	44	FINES PROTETICOS
161	MARCELA CONDORI	29	FEMENINO	SORATA	44	PULPITIS IRREVERSIBLE
162	ADALBERTO LARUTA	15	MASCULINO	SORATA	26	NECROSIS
163	JANETH MAMANI	16	FEMENINO	SORATA	24	NECROSIS
164	ANDREA RAMIREZ	13	FEMENINO	SORATA	24	FINES PROTÉTICOS
165	MARIBEL CHUQUIMIA	12	FEMENINO	SORATA	45	NECROSIS
166	NELLY PEREZ	14	FEMENINO	SORATA	34	NECROSIS
167	RAMIRO PEREZ	13	MASCULINO	SORATA	24	NECROSIS
168	RUTH MAMANI	16	FEMENINO	SORATA	34	NECROSIS
169	JORGE MARCA	11	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
170	JACKELINE VELASQUEZ	8	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
171	JIMENA CONDORI	12	FEMENINO	SORATA	24	NECROSIS
172	JUSTINA VILLENA	14	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
173	MARCOS HUANCA	29	MASCULINO	SORATA	24	NECROSIS
174	ANGEL LOZA	23	MASCULINO	SORATA	34	NECROSIS
175	PAOLA CHALLCO	15	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
176	MARIELA CHALLCO	13	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
177	BETTY CALDERON	13	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
178	JOSE CONDORI	16	MASCULINO	SORATA	16	NECROSIS
179	CINTHYA QUISPE	15	FEMENINO	SORATA	16	NECROSIS
180	LUCIA HUARITA	14	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
181	GERMAN CALLISAYA	15	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
182	JAVIER MAMANI	17	MASCULINO	SORATA	12	PULPITIS IRREVERSIBLE
183	ESPERANZA OÑOPA	15	FEMENINO	SORATA	14	NECROSIS
184	MAYLIN YUPANQUI	15	FEMENINO	SORATA	45	NECROSIS
185	NANCY CHOQUE	14	FEMENINO	SORATA	21	PULPITIS IRREVERSIBLE

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
186	CANDY ZACARIAS	13	FEMENINO	SORATA	14	PULPITIS IRREVERSIBLE
187	NELLY YUJRA	15	FEMENINO	SORATA	24	PULPITIS IRREVERSIBLE
188	BETTY LOZA	14	FEMENINO	SORATA	14	NECROSIS
189	ODELIA MAMANI	15	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
190	JOSE LUIS MAMANI	15	MASCULINO	SORATA	14	NECROSIS
191	MIGUEL LIPARI	14	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
192	BETTY CALDERON	13	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
193	ESTHER MAYA	11	FEMENINO	SORATA	26	NECROSIS
194	MELISSA HUANCA	11	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
195	JOSE QUISPE	13	MASCULINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
196	OVANDO CHURA	16	MASCULINO	SORATA	16	NECROSIS
197	FERNANDO COPA	17	MASCULINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
198	WILMER CONDORI	15	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
199	LOURDES CAZA	14	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
200	JANETH TALLACANA	15	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
201	MARTÍN KAPAJEKE	14	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
202	BERTHA CAMACOPA	15	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
203	KAREM CONDORI	16	FEMENINO	SORATA	17	NECROSIS
204	MARIELA HUACOTA	16	FEMENINO	SORATA	36	NECROSIS
205	PAOLA CHURA	14	FEMENINO	SORATA	26	NECROSIS
206	RITA ANTIÑOPIA	14	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
207	JOSEFA CONDORI	13	FEMENINO	SORATA	46	NECROSIS
208	EFRAIN CANQUI	14	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
209	EDWIN CARDENAL	51	MASCULINO	SORATA	17	ENFERMEDAD PERIODONTAL
210	JOSE ARTUÑA	17	MASCULINO	SORATA	46	NECROSIS
211	MARTÍN CATACTORA	52	MASCULINO	SORATA	46	FINES PROTÉTICOS
212	MERY PINTO	19	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
213	JULIAN COPARICONA	18	MASCULINO	SORATA	47	NECROSIS
214	MARIO TOLATA	11	MASCULINO	SORATA	36	NECROSIS
215	TITO ALFARO	43	MASCULINO	SORATA	17	FINES PROTÉTICOS
216	ANGELA PEREZ	15	FEMENINO	SORATA	16	PULPITIS IRREVERSIBLE
217	RUTH TARQUINO	19	FEMENINO	SORATA	47	NECROSIS
218	JULIAN MORALES	65	MASCULINO	SORATA	34	FINES PROTÉTICOS
219	RUBEN CANQUI	22	MASCULINO	SORATA	24	FINES PROTÉTICOS
220	RUBEN CANQUI	22	MASCULINO	SORATA	14	FINES PROTÉTICOS
221	LUISA NINA	22	FEMENINO	SORATA	34	FINES PROTÉTICOS
222	LUISA NINA	22	FEMENINO	SORATA	44	FINES PROTÉTICOS

ANEXO I
POBLACION TOTAL ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD (AÑOS)	SEXO	PROCEDENCIA	PIEZA	DIAGNOSTICO
223	FRANCISCA LIMACHI	11	FEMENINO	SORATA	34	FINES PROTÉTICOS
224	FRANCISCA LIMACHI	11	FEMENINO	SORATA	44	FINES PROTÉTICOS
225	JUAN CARLOS TAPIA	20	MASCULINO	SORATA	44	FINES PROTÉTICOS
226	JUSTINO MAYTA	52	MASCULINO	SORATA	44	ENFERMEDAD PERIODENTAL
227	SILVESTRE MAMANI	60	MASCULINO	SORATA	43	ENFERMEDAD PERIODENTAL

**ANEXO II
MUESTRA ESTUDIADA (SORATA)**

Nº	PACIENTE	EDAD	SEXO	PIEZA	DISTANCIA EN (Um)	DIAGNOSTICO	EXAMEN MACROSCOPICO	EXAMEN RADIOGRAFICO
1	FABIAN HUANCA	50	1	35	39,78	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA , ATRICION, CD3, UNA RAÍZ, DOS FORAMENES; VESTIBULAR Y LINGUAL, DISLACERACION HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO, TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
2	VICTORIA ALACA	20	2	45	55,8	NECROSIS TOTAL	ATRICION,CD3,UNA RAIZ, DOS FORAMENES, DISLACERACION HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO, TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
3	GERMAN ACHOCALLA	33	1	34	66,95	PULPITIS IRREVERSIBLE	GRAN DESTRUCCION CORONARIA , CD3, UNA RAIZ,UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, DISLACERACION HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO, TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
4	RENE HUASCO	20	1	35	27,71	PULPITIS IRREVERSIBLE	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3, UNA RAIZ, DOS FORAMENES, EMERGENCIA APICAL, RAIZ RECTA	UN SOLO CONDUCTO , TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
5	JUAN QUISPE	15	1	45	73,89	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3 COMUNICANTE, UNA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, ACODADADURA RADICULAR MEDIA HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO , TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
6	SONIA CHAMBI	16	2	45	35,08	PULPITIS IRREVERSIBLE	ATRICION, CD1 OCLUSAL, CD2RADICULAR, UNA SOLA RAIZ, DOS FORAMANES, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA RADICULAR LINGUAL.	UN SOLO CONDUCTO , TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
7	SUSANA COLQUE	43	2	34	47,9	ENFERMEDAD PERIODONTAL	CD2 OCLUSODISTAL, PRESENCIA DE CALCULO RADICULAR,UNA SOLA RAIZ, UN FORAMEN PRINCIPAL CON EMERGENCIA APICAL, FORAMENES ACCESORIOS,APOSICION DE TEJIDO DENTINARRIO	UN SOLO CONDUCTO ,TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
8	PEDRO CALLE	25	1	34	30,51	PULPITIS IRREVERSIBLE	CD1 OCLUSO VESTIBULAR ,UNA RAIZ, ACODADURA EN TERCIO MEDIO HACIA MESIAL , UN FORAMEN , EMERGENCIA APICAL , DISLACERACION APICAL HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO ; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
9	VICTOR CARDENAS	58	1	44	82,24	PULPITIS IRREVERSIBLE	ATRICION , CD2 OCLUSAL, UNA SOLA RAIZ , CD3 COMUNICANTE RAICULAR DISTOLINGUAL ,UN FORAMEN , VARIOS FORAMENES ACCESORIOS ,EMERGENCIA APICAL.	CARIES RADICULAR, CONDUCTO CALCIFICADO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
10	FABIAN HUANCA	50	1	44	82,28	ENFERMEDAD PERIODONTAL	CD3 LINGUAL COMUNICANTE , UNA RAIZ , DOS FORAMENES (1 VEST Y OTRO LINGUAL) , EMERGENCIAS APICALES , ACODADURA EN EL TERCIO MEDIO HACIA DISTAL , DISLACERACION DISTAL.	UN SOLO CONDUCTO ; TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
11	ELVIRA MAMANI	45	2	35	33,66	FINES PROTESICOS	CD1 OCLUSAL , CALCULOS RADICULARES , UNA RAIZ , UN FORAMEN PRINCIPAL , EMERGENCIA APICAL , FORAMEN ACCESORIO , ACODADURA RADICULAR TERCIO APICAL HACIA DISTAL .	UN SOLO CONDUCTO ; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
12	PASTORA TICONA	29	2	45	38,35	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA , FLUROSIS MESIAL , UNA SOLA RAIZ , UN FORAMEN PRINCIPAL EMERGENCIA APICAL ,FORAMEN ACCESORIO ,ACODADURA APICAL HACIA DISTAL .	UN SOLO CONDUCTO ;TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN , CONDUCTO SECUNDARIO.
13	JUSTINA TORREZ	21	2	34	EXCLUIDO	NECROSIS TOTAL	CD3 COMPLEJA , DOS RAICES FUSIONADAS , DOS FORAMENES APICALES (VESTIBULAR Y LINGUAL) , EMERGENCIAS APICALES , ACODADURATERCIO CERVICAL HACIA MESIAL , DISLACERACION APICAL HACIA DISTAL .	TRES CONDUCTOS ; TERMINACIÓN APICAL EN UN CONDUCTO POR RAÍZ
14	MARGARITA MARTINEZ	25	2	34	126,7	PULPITIS IRREVERSIBLE	FLUROSIS , CD1 DISTAL , UNA RAIZ , UN FORAMEN EMERGENCIA APICAL ,FORAMEN ACCESORIO.RAIZ RECTA.	UN CONDUCTO ; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
15	AUGUSTO VARGAS	41	1	44	EXCLUIDO	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA , CD3 OCLUSOVESTIBULAR , DOS RAICES , FRACTURA APICAL .	DOS CONDUCTOS; APICES ABIERTOS
16	ALBERTINA CONDE	51	2	35	19,37	ENFERMEDAD PERIODONTAL	CORONA INTACTA,PIGMENTACION MESIAL , CALCULO RADICULAR, UNA RAIZ, UN FORAMEN , EMERGENCIA APICAL , DISLACERACION APICAL HACIA DISTAL .	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
17	OSCAR QUISPE	20	1	34	EXCLUIDO	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3OCLUSODISTAL, DOS RAICES FUSIONADAS, DOS FORAMENES, EMERGENCIAS APICALES, DISLACERACION HACIA DISTAL.	DOS CONDUCTOS; TERMINACIONES APICALES
18	GUSTAVO CHOQUE TARQUI	28	1	34	EXCLUIDO	NECROSIS TOTAL	CORONA INTACTA, TRES RAICES FUSIONADAS, DOS FORAMENES UNO VESTIBULAR Y OTRO LINGUAL, EMERGENCIA APICAL.	DOS CONDUCTOS ; TERMINACIONES APICALES
19	DAVID VILLENA	22	1	34	37,2	FINES PROTESICOS	CORONA CON DESTRUCCIÓN TOTAL,CD3 COMPLEJA,UNA RAÍZ ;UN FORAMEN , EMERGENCIA APICAL, RAÍZ RECTA	UN SOLO CONDUCTO ; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
20	DAVID VILLENA	22	1	44	EXCLUIDO	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA, TRES RAICES FUSIONADAS, DOS FORAMENES UNO VESTIBULAR Y OTRO LINGUAL, EMERGENCIA APICAL.	DOS CONDUCTOS; TERMINACIONES APICALES
21	MARCELA CONDORI	29	2	44	31,14	PULPITIS IRREVERSIBLE	DESTRUCCION CORONARIA, CD3VESTIBULODISTAL, UNA RAÍZ, UN FORMANEN ABIERTO, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA TERCIO APICAL.HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN ABIERTO
22	MARIBEL CHUQUIMIA	12	2	45	40,5	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3 PENETRANTE, UNA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA TERCIO MEDIO HACIA MESIAL	UN SOLO CONDUCTO;TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN, CONDUCTO SECUNDARIO
23	NELY PEREZ	14	2	34	36,23	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3 PENETRANTE, DOS RAICES FUSIONADAS, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, RAIZ RECTA	UN SOLO CONDUCTO SE SEPARA EN DOS Y SE UNE CON TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
24	RUTH MAMANI	16	2	34	EXCLUIDO	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3PENETRANTE, DOS RAICES FUSIONADAS, DOS FORAMENES, EMERGENCIAS APICAL, ACODADURA TERCIO MEDIO HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO SE SEPARA EN DOS Y TERMINA EN DOS FORAMENES.
25	ANGEL LOZA	23	1	34	55,97	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3PENETRANTE,UNA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, RAIZ RECTA	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN, UN CONDUCTO LATERAL.
26	MAYLIN YUPANQUI	15	2	45	39,98	NECROSIS TOTAL	GRAN DESTRUCCION CORONARIA, CD3PENETRANTE, UNA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA TERCIO MEDIO HACIA DISTAL	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN, UN CONDUCTO SECUNDARIO.
27	JULIAN MORALES	65	1	34	24,33	FINES PROTESICOS	ATRICION, UNA RAIZ, CALCULOS RADICULARES, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA TERCIOS MEDIOS Y APICAL HACIA DISTAL.	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
28	LUISA NINA	22	2	34	51,63	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA, UNA SOLA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, DISLACERACION APICAL HACIA DISTAL.	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN

ANEXO II
MUESTRA ESTUDIADA (SORATA)

Nº	PACIENTE	EDAD	SEXO	PIEZA	DISTANCIA EN (Um)	DIAGNOSTICO	EXAMEN MACROSCOPICO	EXAMEN RADIOGRAFICO
29	LUISA NINA	22	2	44	10,15	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA, UNA SOLA RAIZ, UN FORAMEN, EMERGENCIA APICAL, DISLACERACION APICAL HACIA DISTAL.	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN
30	JUAN CARLOS TAPIA	20	1	44	21,7	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA, UNA RAIZ, DOS FORAMENES, EMERGENCIA APICAL, ACODADURA TERCIO MEDIO HACIA MESIAL	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN DOS FORAMENES
31	FRANCISCO LIMACHI	11	1	34	EXCLUIDO	FINES PROTESICOS	CORONA INACTA, UNA RAIZ, SIN CIERRE APICAL.	UN CONDUCTO; SIN CIERRE APICAL
32	FRANCISO LIMACHI	11	1	44	EXCLUIDO	FINES PROTESICOS	CORONA INTACTA , UNA RAIZ , SIN CIERRE APICAL:	UN CONDUCTO; SIN CIERRE APICAL
33	JUSTINO MAYTA	52	1	44	18,46	ENFERMEDAD PERIODONTAL	CD1 MESIAL , DESCALCIFICACIÓN DISTAL , UNA RAIZ , UN FORAMEN , EMERGENCIA APICAL , RAIZ RECTA.	UN SOLO CONDUCTO; TERMINACIÓN APICAL EN UN FORAMEN