



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MÉTODO DE DIAGNÓSTICO EN ENDODONCIA, EN 3D
PROCEDIMIENTO CLÍNICO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

SAÚL ALEJANDRO ÁVILA PADILLA

TUTORA: Esp. MÓNICA CRUZ MORÁN

ASESOR: Esp. MARIO GUADALUPE OLIVERA EROSA

MÉXICO, Cd. Mx.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

El ser humano no puede obtener algo sin antes dar algo a cambio este es el principio de equivalencia, y es así cómo resumiría esta etapa de mi vida, tras mañanas, tardes y noches esforzándome, cambiando fiestas, reuniones y o eventos presento este trabajo para obtener un título universitario.

Nunca encontrare alguna forma de compensar el apoyo incondicional que me han brindado mis padres Margarita Padilla Illescas y Jaime Saul Avila Peña, que han estado acompañándome y apoyándome en este camino de pendientes y altibajos, de igual manera agradezco a todas esas personas que dieron su tiempo para ayudarme en mi proceso de aprendizaje en clínicas mis abuelos paternos y familiares.

A todos los pacientes que me permitieron atenderlos y brindaron su confianza aun sabiendo que era un estudiante y que podía no tener el resultado que ellos deseaban, a todos ellos y a mis futuros pacientes, hare todo lo que en mis posibilidades este para brindarles lo mejor.

A mi tutora Mónica Cruz Moran y al asesor Mario Guadalupe Olivera Erosa, gracias a ellos puedo presentar este trabajo tras todo su apoyo, comentarios y observaciones. Y así poder obtener una de las metas mas importantes para un estudiante de licenciatura, al igual que al Dr. Ricardo por ayudarme en la realización del video.

Al doctor Fabian Leonardo Reyes Villagómez que a sido uno de los mayores ejemplos que tuve en la carrera, que, con su carácter, su forma de enseñanza, sus consejos, su amistad, su apoyo emocional en momentos de necesidad y su dedicación a el área odontológica. Me inspiro y motivo para mi siguiente paso académico y definir la especialidad que deseo cursar que es endodoncia.

A la UNAM y a todos los doctores que a lo largo de mi etapa en esta universidad me formaron y enseñaron lo que actualmente se.

A mi Novia Amairani Castro Lugo que me apoyo en todo momento incluso en aquellos donde yo no se lo permitía, por no dejarme rendirme y hacerme mejorar día con día en mi trabajo. Por que gracias a ti en muchas ocasiones recupere la confianza que continuamente perdía.

A mis compañeros y amigos que a pesar de haber enfrentado diferencias siempre estuvieron ahí para reír, celebrar y odiar todo al mismo tiempo sin importar que el momento ameritara lo contrario y logrando así que los momentos mas pesados de la carrera fueran solo pequeñas dificultades.

Las promesas son en muchas ocasiones solo palabras, pero aun así este logro no hubiera sido llevado a cabo gracias a una persona muy especial, que marcó un antes y un después en mi vida de esta manera solo puedo decir gracias, es momento de cerrar al fin este ciclo y espero que en alguna línea temporal diferente si se haya cumplido.

Índice

I Introducción.....	4
II Objetivos.....	5
1 Antecedentes Históricos.....	6
1.1 Antecedentes Históricos del diagnóstico.....	12
2 Dolor.....	16
2.1 Definición.....	16
2.2 Tipos de dolor.....	16
2.2.1 Agudo.....	16
2.2.2 Crónico.....	16
2.2.3 Dimensiones del dolor.....	17
2.2.4 Dolor odontogénico.....	18
2.2.5 Vías del Dolor.....	20
3 Generalidades de la pulpa.....	22
3.1 Histología de la pulpa.....	22
3.2 Inervación pulpar.....	27
4 Historia Clínica.....	30
4.1 Anamnesis.....	33
5 Exploración Clínica.....	34
5.1 Inspección.....	35
5.2 Palpación.....	35
5.3 Percusión.....	35
6 Pruebas de sensibilidad pulpar.....	36
6.1 Pruebas de frío.....	37
6.2 Pruebas de calor.....	41
6.3 Prueba eléctrica.....	43
6.4 Observaciones.....	45
7 Pruebas periodontales.....	47
7.1 Horizontal.....	47
7.2 Vertical.....	47
7.3 Sondeo.....	48
8 Pruebas de vitalidad.....	49
8.1 Flujometría Doppler.....	50
8.2 Pulsioximetría de Pulso.....	55
9 Imagenología.....	58
9.1 Radiografía dental.....	59
9.1.1 Radiografía dental convencional.....	60
9.1.2 Radiografía Digital directa.....	61
9.1.3 Radiografía digital indirecta.....	62
9.2 Centellograma.....	67
9.3 Termografía.....	68
9.4 Tomografía computarizada Cone Beam.....	70
10 Pruebas Especiales.....	74
10.1 Anestesia Selectiva.....	74
10.2 Prueba de Cavitación.....	75
III Conclusiones.....	76
IV Referencias Bibliográficas.....	77

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemorables el ser humano ha estado en contacto con diversas situaciones en las cuales se ha visto expuesto a diferentes sensaciones algunas agradables y otras desagradables. Hipócrates de Cos menciona lo siguiente: “Quitar el dolor es obra divina”, esta frase demuestra la importancia que le dio el “hombre” al dolor físico y emocional desde su origen. Arthur C. Clarke en su 3ra ley dice “Toda tecnología lo suficientemente avanzada no puede distinguirse de la magia” y esto aplicado a el campo de la medicina es una muestra de que toda tecnología bien aplicada puede facilitarnos un éxito como por arte de magia.

En el caso de los endodoncistas es necesario que comprendan la importancia del correcto diagnóstico y la dificultad metódica que este puede tener ya que esto es el primer paso para lograr un correcto desarrollo de la práctica y del éxito en el tratamiento, a pesar de que la intuición, paciencia y razonamiento pueden ser parte de un correcto diagnóstico, se debe de optimizar la obtención de datos para la correcta conducción entre los signos y síntomas y así correlacionarlos mediante el uso de diferentes técnicas y métodos de diagnóstico.

El sistematizar formas y planificar métodos para diagnosticar facilita la capacidad de reconocer lo más importante, la problemática del paciente para así poder identificar el origen y procedencia para posteriormente llevar acabo la terapéutica necesaria.

OBJETIVO

- ❖ Identificar y conocer los diferentes métodos de diagnósticos utilizados en endodoncia.
- ❖ Identificar las diferentes enfermedades pulpares y sus características.
- ❖ Realizar un correcto diagnóstico para llevar a cabo el tratamiento adecuado.
- ❖ Comprender las características únicas de cada método.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La endodoncia como una especialidad de la odontología se ve formada por grupo de conocimientos metódicos ordenados donde el objetivo principal es el estudio, la estructura, fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares.¹

Objetivamente la historia de la endodoncia se puede dividir en 4 etapas claves para el desarrollo de esta.

- 1.-Etapa empírica
- 2.-Infección focal o de estancamiento
- 3.-Etapa científica
- 4.-Etapa científicotecnológica.¹

- Etapa empírica

Inicia en el siglo XVII. Pierre Fauchard (1678-1761) considerado el padre de la odontología moderna, quien escribió el libro “Le Chirurgien dentiste” “El cirujano dentista” (Fig. 1) precisamente describió la pulpa en 1725 es en este libro donde se describe los tratamientos para la patología pulpar como es el uso del eugenol al igual que la remoción de tejido pulpar por medio del trepano, En 1864 Barnum en New York, aísla un diente a partir de un dique de goma, posteriormente junto con Bowman en 1873 introducen el uso de grapas para aislamiento absoluto, Bowman introduce las puntas de gutapercha como material de obturación, en 1890 Miller demuestra la importancia de el papel de las bacterias y es aquí donde se resalta la importancia de encontrar medicaciones intraconductos. En 1895, el científico Konrad Wilhelm Von Roentgen(Fig.2) accidentalmente descubre los rayos X. Semanas después el dentista Otto Walkhoff tomó la primera radiografía dental haciendo de esta forma un aporte importante a la odontología.¹

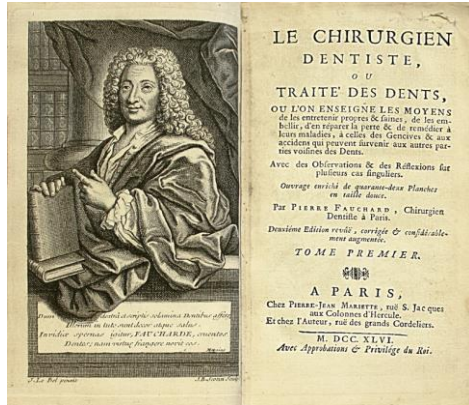


Figura 1. Pierre Fauchard y su libro “Le Chirurgien dentiste” Ring.Historia ilustrada de la odontología, 1989, p129.



Figura 2. Konrad Wilhelm Von Roentgen descubriendo la utilidad de los rayos x (<http://www.ancientpages.com/2017/01/05/on-this-day-in-history-discovery-of-x-rays-by-wilhelm-roentgen-reported-on-jan-5-1896/>)

- Etapa de la infección focal

Inicia en 1910 donde el medico británico John Hunter (Fig.3) es el primero en difundir el peligro de los dientes sin pulpa vital como un foco de bacteriemia lo cual freno el desarrollo de la endodoncia y se realizaron extracciones innecesariamente a muchas personas, fue en 1920 donde se introduce la utilización del hidróxido de calcio por el Dr. Hermann y en 1925 Rickert propuso la utilización de un cemento junto con las puntas de gutapercha y a finales de la década de los 30 el Dr. Louis I. Grossman (Fig.4) considerado el padre de la endodoncia difunde la importancia de la utilización del hipoclorito sódico como una solución irrigadora al igual que la necesidad de estandarizar los instrumentos endodónticos para exploración, debridación, ampliación y obturación en Pensilvania Estados Unidos. ¹



Figura 3. John Hunter, cirujano y anatomista. (Ring. Historia ilustrada de la odontología, 1989,p156



Figura 4. Dr. Louis I. Grossman. Padre de la endodoncia.
(<http://www.iztacala.unam.mx/rivas>)

- Etapa científica

Inicia en 1940, la endodoncia evoluciona aplicando bases científicas, se estudia la anatomía radicular basándose en investigaciones de Pucci y Kuttler en la que se clasifican los diferentes conductos radiculares definiendo el conducto radicular principal y los diferentes conductos accesorios, colaterales, interconductos, recurrentes, laterales, secundarios, deltas apicales, cavo interradicular y deltas apicales (Fig.5), estos estudios fueron determinantes para comprender el tratamiento de los mismos, a finales de 1950 Ingle y Levine dictaron las normas para la estandarización de los instrumentos endodónticos y así racionalizar el tratamiento de conductos, El Dr. Herbert Schilder (Fig.6) a finales de 1970 propone la técnica de obturación con gutapercha termoplastificada la cual consiste en una obturación vertical tridimensional utilizando conos de gutapercha llevados con transportadores de calor para su posterior compactación con los condensadores de Schilder. (Fig.7) ¹

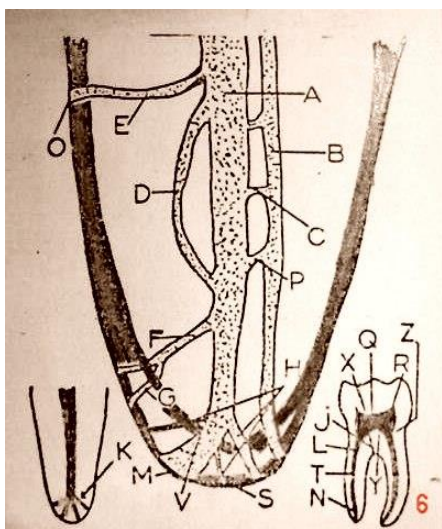


Figura 5. Clasificación de conductos de Pucci y Kuttler (Goldberg, Endodoncia técnicas y fundamentos.p.23)



Figura 6. Doctor Herbert Schilder (<http://www.nytimes.com/2006/02/05/us/herbert-schilder-77-surgeon-who-refined-the-root-canal-dies.html>)

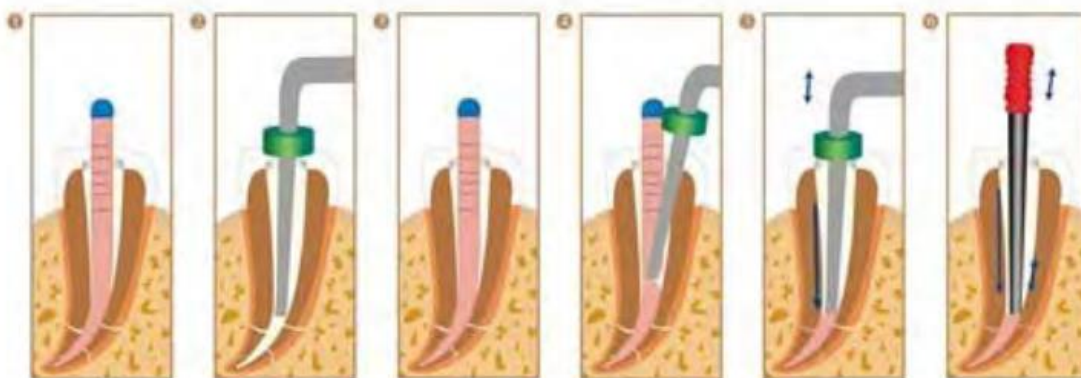


Figura 7. Esquema de obturación con técnica térmica de Schilder (Goldberg, Endodoncia técnica y fundamentos. P.149)

- Etapa científicotecnológica

A partir de las últimas décadas del siglo XX, la endodoncia empieza a adquirir un desarrollo científico mas acelerado junto con una aplicación clínica significativa, en el campo del diagnóstico, la obtención de imágenes radiográficas digitalizadas al igual que la utilización de la tomografía computarizada para la valoración de zonas anatómicas y de lesiones. (Fig. 8)¹

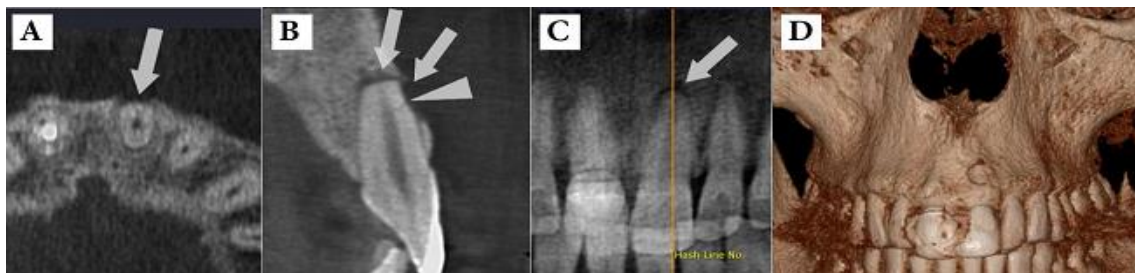


Figura 8. La tomografía computarizada muestra en la figura A) y B) una pequeña fractura radicular horizontal en la superficie vestibular del incisivo central superior izquierdo causada por un traumatismo de impacto; B y C) Tenga en cuenta las dos lesiones periapicales separadas en el área apical (flecha) y adyacente a la línea de fractura (cabeza de flecha) debido a la necrosis del diente; D) La reconstrucción tridimensional de la lesión en la zona vestibular Periapical (<https://idmperu.wordpress.com/2015/04/10/aplicacion-de-la-tomografia-computarizada-de-haz-conico-cbct-en-endodoncia/>)

El cambio más importante que ha sufrido fue en la fase de preparación del conducto radicular, El Dr. Martin y cols. En el año 1957 divulgan el uso de la energía ultrasónica en un intento de mejorar la limpieza de conductos con la introducción del Cavi-endo de Dentsply (Fig. 9)³, se propone diferentes técnicas de instrumentación Step-down del Doctor Goerig, Crown-Down del doctor Marshall y Dr. Roane con la técnica de fuerzas balanceadas.¹



Figura 9. Cavi-Endo 25 de Dentsply (www.cascade-dental.net)

Las investigaciones del Doctor Schilder en la estandarización de instrumentos endodónticos (Fig.10) y su técnica de obturación vertical con el objetivo de conseguir un relleno tridimensional denso y estable del espacio pulpar permitiendo de igual manera la obturación de conductos accesorios o laterales. La técnica se basa en la utilización de calor para conseguir una plasticidad suficiente de la gutapercha que permita su adaptación a las paredes, y en la aplicación de fuerzas de condensación de tipo vertical, el Doctor Mc Spadden investigo la utilización de nuevas aleaciones como fue el níquel titanio y su sistema de condensadores rotatorios (Fig. 11) parecidos a limas hedström que ocasionan fricción para reblandecer la gutapercha y el Doctor Buchanan en el área de los instrumentos para patentizar. La modificación en el diseño de limas al igual que cambios en la progresividad del diámetro apical y longitudes variables del segmento cortante, las investigaciones de la escuela japonesa Sunad Ushimaya Saito permitieron conseguir localizadores fiables de la constricción apical facilitando el mantener el límite de la preparación.¹



Figura 10. Estandarización ISO para instrumentos de condensación en la obturación (<http://www.iztacala.unam.mx/trivas/NOTAS/Notas4Instrumentos/obtcondensadores.html>)



Figura 11. Condensadores Dentsply McSpadden (<https://dentalspeed.com/familia/condensador-de-gutapercha-mcspadden-dentsply-maillefer>)

1.1 Antecedentes históricos del diagnóstico

Guy De Chauliac (Fig. 12) fue un cirujano francés importante en la época de la edad media que escribió el libro “La Chirurgía magna” en el que escribió sus conocimientos sobre anatomía, patología y terapéutica, en el apartado de la odontología describió técnicas de higiene dental y caries. Guy De Chauliac menciona en su libro el uso de diferentes sustancias para uso de empaste para la curación de dientes con cavidades y se percato de que los dientes cuando se encuentran “Enfermos” estos reaccionan a diferentes estímulos como es el frío, el calor y al momento de ser golpeados, siendo este el primer antecedente registrado sobre pruebas de diagnóstico en endodoncia.²

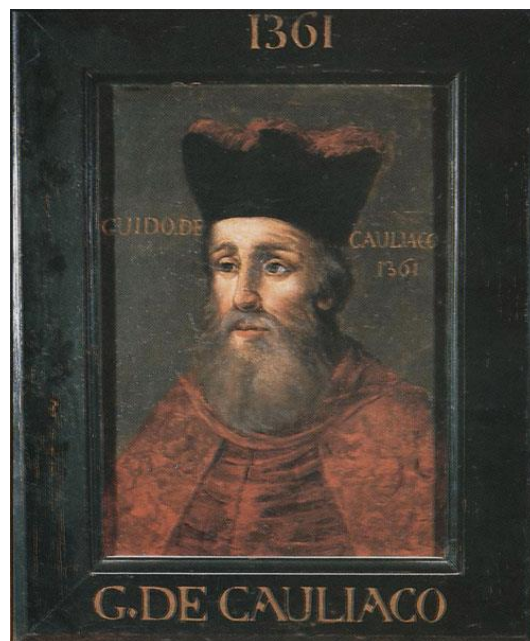


Figura 12. Guy de Chauliac escritor de La Grand Chirurgien
(<https://www.thoughtco.com/guy-de-chauliac-1788904>)

La realización de pruebas de sensibilidad pulpar a finales e inicios del siglo XX se realizaban con la ayuda de agua congelada dentro de los Carpules de anestesia, el Doctor Taylor en Texas recomendaba la colocación de una punta de papel absorbente dentro de una jeringa tipo Carpule y una vez congelada, se debería de aplicar la punta sobre el diente para que por medio de capilaridad el agua llegara al diente a través de la punta de papel. En 1966 Obwegeser y Steinhauser mencionan la utilidad de la nieve carbónica para la realización de esta prueba. El Doctor Dachi y cols en Lexington Kentucky recomendaban estandarizar la prueba térmica mediante un cono de hielo de 6mm de ancho aplicado durante 5 segundos.²

Mumford en Liverpool 1964 menciona que la utilización de gutapercha deberá calentarse poco ya que este puede dilatar el material infeccioso contenido en la pulpa y recomienda la utilización de estas pruebas a pacientes aprensivos a las pruebas eléctricas.²

En 1958 en Inglaterra Carr y Hervey presentan un modelo sencillo de vitalometro que consistía en el uso de un transistor- oscilador a base de una batería de 30 V. Miller en 1957 publica un texto en el que menciona que la aplicación de una corriente mínima logrará una respuesta positiva en una pulpa inflamada y la respuesta dependerá del umbral según la edad. En 1968 Friend y Glenwright estudiaron la localización del dolor dentopulpar mediante el uso de estimulación eléctrica y llegaron a las conclusiones de que el dolor pulpar no es fácil de localizar y la percepción varía según el diente. Wooley y cols. estudiaron perros a los que se les había colocado marcapasos, les realizaron pruebas con corrientes de 5 a 20 A, demostrando que es suficiente para interferir con la función del marcapasos. Este estudio fue seguido de Kloprouge y Van Wamel en Holanda 1975 encontraron que hay una posibilidad de provocar una fibrilación ventricular fatal.²

- Antecedentes en Imagenología

En 1970 Howell y cols experimentaron la termografía en el diagnóstico de dientes con pulpa necrótica utilizando la medida de la temperatura superficial mediante el uso de compuestos colestéricos (Cristal líquido), Stoops y Scott en 1976 en Filadelfia estudiaron la temperatura de dientes vitales y no vitales empleando los dientes contralaterales como control. ²

Gazelius y cols en 1986 Estocolmo empezaron a considerar la técnica de Laser Doppler como un método no invasivo para la valoración de la vitalidad, fue con el uso de Flowmeter. Wilder -Smith en 1988 continuó con el estudio de la microcirculación pulpar en dientes con diferentes grados de caries y observaron que en casos de caries profunda la microcirculación tiene un aumento.²

Trope y cols. En 1989 investigaron la utilización de la tomografía computarizada como método no invasivo para el diagnóstico entre granulomas y quistes.²

2. DOLOR

2.1 Definición

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) lo definio como “Una sensación desagradable y una experiencia emocional asociadas con un daño tisular real, potencial o descrita en términos de tal daño”³

Se considera al dolor como un síntoma, al no ser tangible. En el ámbito odontológico es muy frecuente y es el principal motivo de la consulta dental, “el dolor incita a que los individuos busquen un tratamiento, pero un dolor crónico que se prolonga en el tiempo debilita y puede alterar notablemente la calidad de vida y el rendimiento de la persona” El dolor que experimenta cada individuo que lo padece es el resultado de una interacción de múltiples variables biológicas, psicológicas, sociales y culturales.

El medico neurofisiologo británico Charles Scott Sherrington denomino al dolor como “el elemento físico adjunto de un reflejo protector imperativo”, por lo general los estímulos dolorosos inician una respuesta de retirado y de evitación muy potentes.⁵

2.2 Tipos de dolor

2.2.1 Dolor agudo

Es aquel dolor, generalmente desencadenado por la activación de nociceptores en el área de una lesión tisular y cuya duración es menor de tres meses y este dolor disminuye conforme el proceso de curación.³

2.2.2 Dolor crónico

Es el dolor que ha tenido una duración mayor de tres meses, en forma continua o intermitente. Generalmente es un dolor con características patológicas, que puede persistir aún después de la curación de la lesión.³

Tabla 1. Comparación entre dolor agudo y dolor crónico.

<i>Dolor</i>	Duración	Relación con la lesión	Manifestaciones	Respuesta al tratamiento	Función
<i>Agudo</i>	Breve	Directa y ocasionada por un estímulo	Ansiedad y estado general irritable	Responde a la eliminación del estímulo, presenta buena respuesta a los medicamentos	Protectora
<i>Crónico</i>	Mayor a 6 meses	Compleja, indirecta y variable	Depresión y estado general afectado	No responde a la eliminación del estímulo, no hay respuesta favorable a los medicamentos.	No hay función

2.2.3 Dimensiones del dolor

La duración se define como el tiempo durante el cual se percibe el dolor. Este puede ser continuo o intermitente y, en la mayoría de los casos, la duración está relacionada directamente con la nocicepción. En clínica se ha convenido en denominar al dolor, de acuerdo con su duración, como agudo y crónico. Además de ser necesario el conocer su intensidad, localización y cualidad.³

- La intensidad

Es la magnitud del dolor percibido. La intensidad no depende solamente de la nocicepción. En ella influyen factores psicológicos, sociales y culturales. Si bien la intensidad del dolor es un fenómeno subjetivo, es conveniente utilizar métodos que permiten objetivarla, tales como las escalas numéricas o la análoga visual.³(Fig.13.)

- La localización

Se refiere al lugar donde es percibido el estímulo, el cual puede ser localizado o referido. El dolor referido es cuando hay una irritación de una víscera que produce un dolor en estructuras somáticas a distancia y locales lo cual produce un dolor referido.^{3,5}

- La cualidad

Es aquella característica que permite describir el tipo de dolor que se percibe, por ejemplo, si es quemante, punzante o sordo.³

- El afecto

Es la cualidad de definir si hay agrado o desagrado acompañadas a la percepción.³

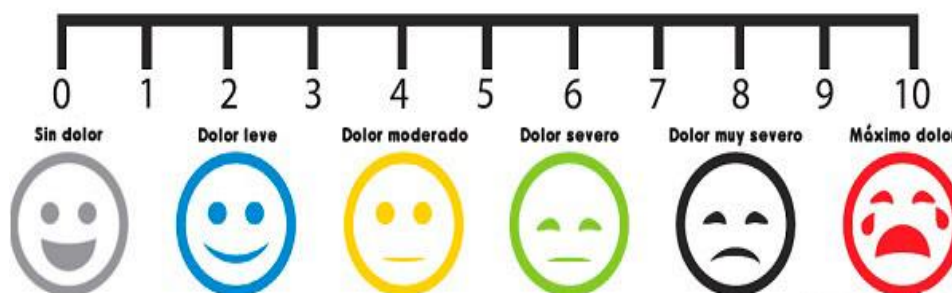


Figura 13. Escala de caras de Wong-Baker, para la evaluación objetiva del dolor. (<https://fibromialgianoticias.com/antidepresivos-en-dolor-cronico/>)

2.2.4 Dolor odontogénico

Los dientes no pueden ser comparados con otras estructuras del cuerpo humano, ya que estos están formados por un componente visceral y un componente musculoesquelético, el dolor dental puede ser difuso o bien localizado de carácter débil o intenso, espontáneo o provocado.⁶

La inervación pulpar es parecida a la de los tejidos viscerales profundos por lo que tendrá características similares, los nociceptores principales que responden a la inflamación son las fibras C de conducción lenta y de umbral alto, normalmente estas fibras conducen el dolor asociado a el daño tisular, estas fibras se caracterizan por un umbral que puede ser llamado “Todo o Nada” es decir un estímulo que actúe por debajo del umbral de la fibra no será capaz de producir sensación alguna, ya que este solo generara una sensación dolorosa ante un estímulo lo suficientemente intenso. ⁶

El dolor pulpar es de carácter sordo, continuo y pulsátil que es contrastado por la sensación repentina corta o aguda que es producido por la estimulación de las fibras A- Delta que actúan como mediadores del dolor dentinario.⁶

La inflamación tisular da lugar a la sensibilización de las fibras nerviosas. Cuando los nociceptores periféricos es decir las fibras C se sensibilizan, el umbral de descarga en respuesta a un estímulo como es la temperatura o presión disminuye. Cuando se encuentran en este proceso de sensibilización los nociceptores se ven estimulados ante estímulos menos intensos, pero sigue teniendo el principio de el “Todo y Nada”. ⁶

Los nociceptores pulpares al ser típicos de los tejidos viscerales profundos, tienen un alto grado de convergencia en el Sistema Nervioso Central (SNC) asimismo la pulpa dental carece de neuronas propioceptivas, son estos dos componentes lo que explica el por qué resulta complicado a las personas el localizar el origen del dolor pulpar, aparte de reducir la localización aumentan la posibilidad de irradiación.⁶

- Dolor Perirradicular

El dolor perirradicular es más fácil de localizar, debido a que los mecanismos de los receptores abundan en el ligamento periodontal y se concentran en mayor densidad una vez que la inflamación se extiende hacia el ligamento periodontal los pacientes son capaces de localizar el origen mucho más fácil ya que el ligamento periodontal responde de manera escalonada es decir el grado de incomodidad es conforme el grado de daño tisular que se presenta, esto lo observamos cuando se realiza la percusión aplicando un menor estímulo hay una menor respuesta contrario a cuando se aplica un estímulo mayor dando una respuesta mayor .⁶

El dolor perirradicular suele ser sordo, continuo y pulsátil y este debe de disminuir completamente con ayuda de anestésicos locales.⁶

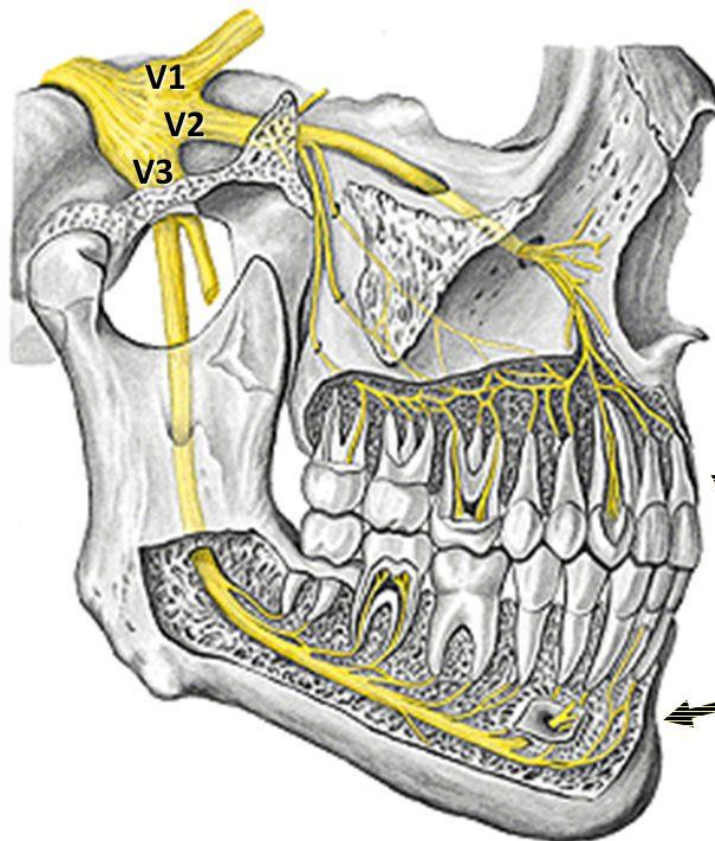


Figura 14. Inervación sensitiva proveniente del V par craneal (Netter. Atlas anatomía 6ª edición p.94)

- Receptores

Los impulsos dolorosos son transmitidos a través de el sistema nervioso central por 2 sistemas de fibras. Unas son fibras Mielínicas llamada A- Delta de 2 a 5 micras de diámetro que transmiten el impulso a velocidades de 12 a 30 m/seg, las otras fibras responsables amielínicas son las llamadas fibras C, estas fibras son de un diámetro menor 0.4 a 1.2 micras y su velocidad de transmisión del impulso es de .5 a 2 metros por segundo.^{5,6,7}

El dolor es acompañado de hiperalgesia que es una respuesta exagerada a un estímulo nocivo al igual que la alodinia que es la respuesta normal a un estímulo nocivo, estos dos elementos significan que existe una sensibilidad aumentada de fibras aferentes nociceptivas.⁵

Cuando las células son lesionadas estas liberan sustancias químicas como K⁺ y también se encuentra la bradicinina y sustancia P, que su función es la de despolarizar las terminales nerviosas, haciendo que los nociceptores tengan una mayor capacidad de respuesta.⁵

2.2.5 Vías del dolor

- Vías somatosensoriales

La asta dorsal, se encuentra en la medula espinal, esta se divide según las características de las láminas I-VII donde la I es la de menor profundidad y la VII es la de mayor profundidad. Aquí se encuentran tres tipos de fibras aferentes primarias.⁵

- 1.-Fibras A- Alfa y A- Beta mielinizadas que transmiten impulsos generados por estímulos mecánicos.
- 2.- Fibras A- Delta, mielinizadas que transportan impulso de frío.
- 3.- Fibras C, no mielinizadas que transmiten impulsos de calor y dolor. ^{3,6,7}

- Vía de la columna dorsal

En esta vía las fibras responsables de las sensaciones ascienden de manera ipsilateral en las columnas dorsales al bulbo raquídeo, ahí hacen sinapsis en los núcleos gracilis y cuneatus. Las neuronas de segundo orden cruzan la línea media, ascendiendo al lemnisco medial y finalizan en el núcleo lateral posterior ventral y en los núcleos de transmisión sensorial específicos relacionados en el tálamo.^{3,6,7}

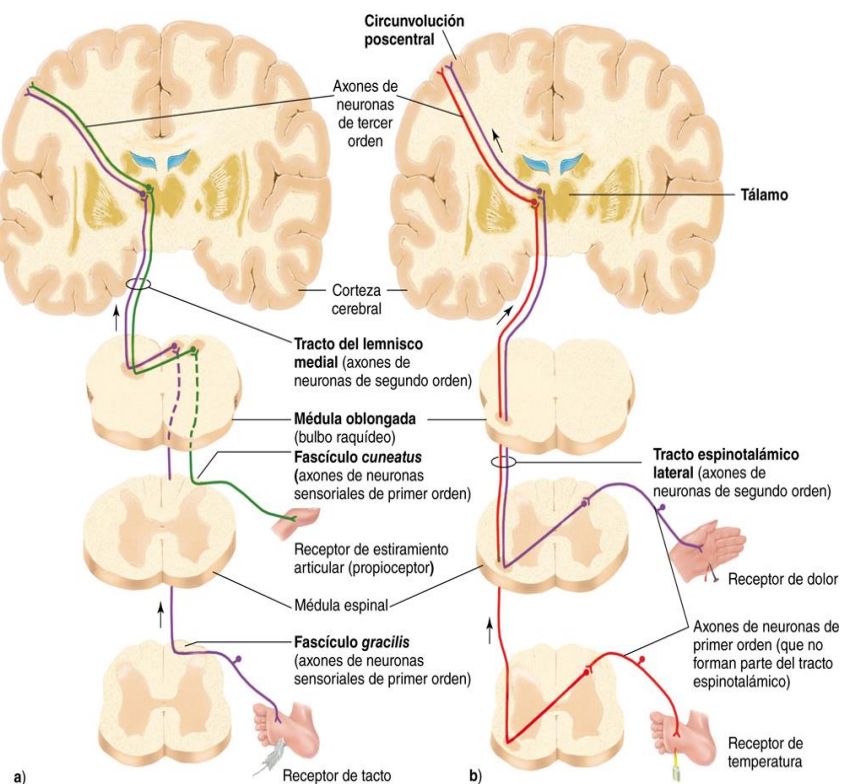


Figura 15. Esquema de trayecto del impulso nervioso por la vía de la columna dorsal (Hershel Raff, Fisiología médica. Un enfoque por aparatos y sistemas, 2012 p 156)

3. GENERALIDADES DE LA PULPA

La pulpa es un tejido conjuntivo laxo de origen ectomesenquimatoso con vascularización e inervación abundantes comunicada con el ligamento periodontal a través del agujero apical ^{1,6}, este tejido reproduce generalmente la morfología externa del diente¹. La pulpa tiene una función formadora de dentina de reparación, de nutrición, de defensa e inductora (Fig. 16). La función de la inducción se produce a partir del momento en que esta, a través de los odontoblastos inducen a los ameloblastos a formar esmalte, se encarga de nutrir ya que al ser un tejido vascular suministra nutrientes e hidrata a la dentina, la función de defensa se produce frente a estímulos irritantes como caries, abrasiones, fracturas etc. Y esta reacciona con la estimulación de la formación de dentina terciaria. ^{1,8,9}

3.1 Histología de la pulpa

La pulpa histológicamente se observa cuatro zonas distintas:

1. Zona Odontoblástica o periférica
2. Zona de Weil o acelular
3. Zona rica en células o zona central
4. Presencia de los vasos y nervios mayores o zona central de la pulpa ^{1,8}

Está formada por un 25% de materia orgánica y un 75% de agua, la materia orgánica está formada por células principalmente: odontoblastos, células mesenquimatosas indiferenciadas, fibroblastos, células de Rouger y células de defensa y fibras. ^{1,8,9}

La zona odontoblastica es la más superficial, está constituido por una capa de odontoblastos en forma de empalizadas, en contacto con la predentina, la zona acelular o zona de Weil se encuentra por debajo de la capa de dentinoblastos, es de 40 micrómetros de espesor y en esta se encuentra el plexo nervioso de Raschkow, en la zona rica de células se encuentran células

ectomesenquimatosas y fibroblastos que producen las fibras de Von Korff y la zona central de la pulpa se encuentra formada por tejido laxo y células ectomesenquimatosas, macrófagos y fibroblastos.^{1,8}

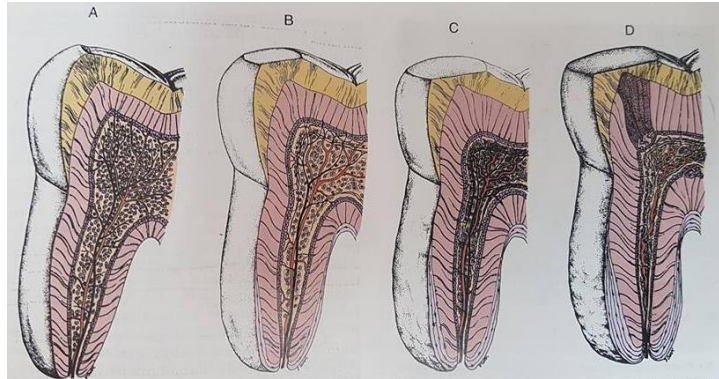


Figura 16. Esquema de una serie de pulpas a lo largo del ciclo vital, A. Estadio juvenil B. Después de atrición, C. Edad media D. Vejez (James K. Avery, Principios de Histología y embriología bucal. P.123)

- Odontoblastos

Se encuentran revistiendo la periferia de la dentina que llegan a alcanzar 45.000 células por milímetro cuadrado de un tamaño de 40 micrómetros, estos tienen una proyección que se extiende al interior de la misma hasta el límite de la unión amelodentinaria, hay una mayor cantidad de odontoblastos en la región coronaria, estos son de un aspecto cilíndrico y elongados, la morfología va a variar según el estado de función en el que se encuentren es decir, mientras se encuentran en reposo estos tendrán una forma mas aplanada y mientras se encuentren en función reparadora estos serán mas alargados. Los odontoblastos son células que una vez formados ya no se diferencian (Fig. 17).^{1,8}

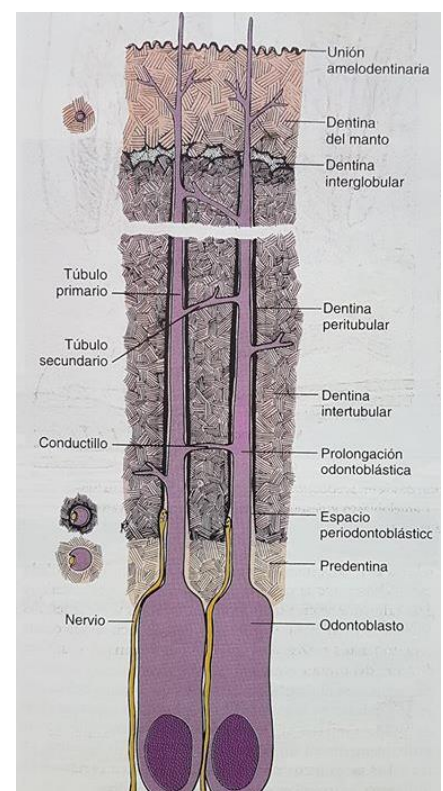


Figura 17. Odontoblastos y sus prolongaciones a través de el espesor de la dentina hacia el esmalte (James K. Avery, Principios de Histología y embriología bucal. P.125)

- Células mesenquimatosas indiferenciadas

Estas células descienden de la papila dentaria primitiva. Se localizan en la zona rica en células, se caracterizan por tener una forma estrellada y un cuerpo citoplasmático no muy visible, se pueden diferenciar en diferentes series celulares como es el caso ante una respuesta inflamatoria, ya que pueden formar plasmocitos o macrófagos, pero se diferencian principalmente en fibroblastos. ^{1,8}

- Fibroblastos

Son las células más abundantes en la pulpa, se localizan en la zona rica de células, estas se encargan de mantener la matriz orgánica constituida por colágeno de tipo I y III al igual que la sustancia intercelular amorfa, la función de esta sustancia es la de actuar como un medio de transporte de nutrientes y catabolitos. La cantidad de fibroblastos se ve afectada por la edad a mayor edad habrá una disminución de fibroblastos, estas células participan en la respuesta inmunológicas liberando linfocinas entre ellas, IL-1 alfa y IL-8 (Fig.18). ^{1,8}

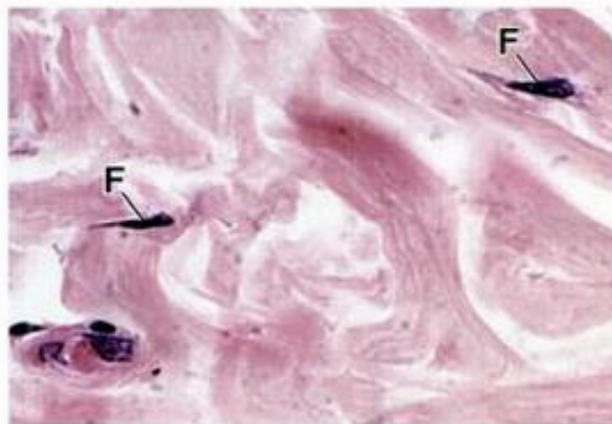


Figura 18. Fibroblastos en el Tejido Conjuntivo. A. Microfotografía de T.C teñido en H-E en la que se observa los núcleos de los fibroblastos (F) (Michael. Histología texto y atlas color con biología molecular. P.183)

- Células de Rouget

Son células contráctiles que se envuelven alrededor de las células endoteliales, también se les conoce como Pericitos, estos actúan disminuyendo la luz de los vasos sanguíneos teniendo así una función en la contracción pulpar como estímulo de defensa. ⁸

- Histiocitos y Macrófagos

Los histiocitos son macrófagos fijos localizados en la porción más central de la pulpa siendo estos la primera línea de defensa actuando de forma activa eliminando los elementos ajenos.^{1,8}

- Mastocitos

Estas células de defensa almacenan mediadores químicos del tipo metacromático principalmente heparina, histamina, ECF-A y leucotrienos siendo estos los responsables de la reacción de sensibilidad inmediata (Fig. 19).^{1,8}

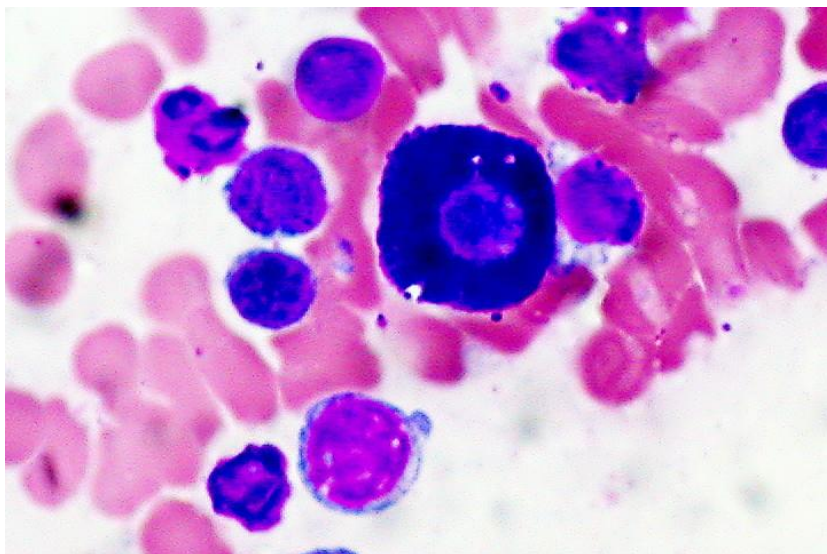


Figura 19. Mastocitos localizados en plasma teñidos en técnica de H-E (Sobotta. Histología.p.115.)

- Fibras

Las principales fibras que se encuentran son las de colágena I y III, estas tienen una presencia constante a lo largo de toda la vida, en cortes histológicos se encuentra fibrillas de colágena aisladas en la pulpa joven mientras que en la pulpa madura se encuentran de forma organizada formando haces. Su ubicación se encuentra en mayor medida en la región periapical de acuerdo a Armitage, la pulpa es un tejido conjuntivo especial ya que carece de fibras elásticas. (Fig. 20).^{1,8}

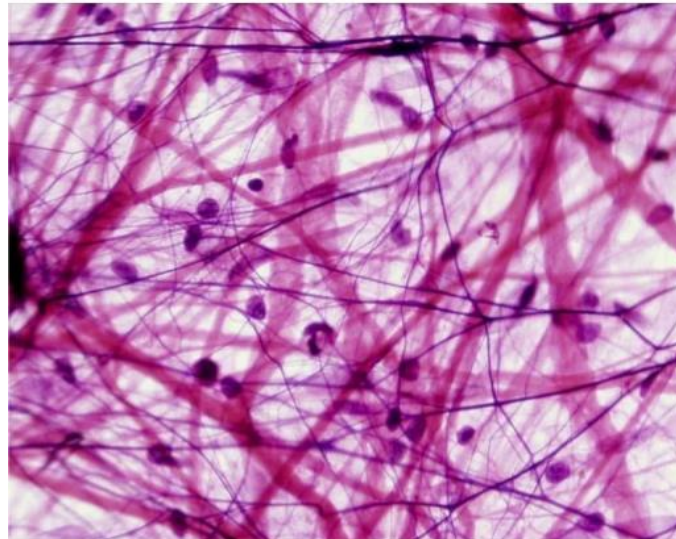


Figura 20. Fibras de colágena en tinción de H-E, teñidas de color morado intenso, en todas direcciones (Sobotta, Histología. P. 122)

3.2 Inervación Pulpar

Los vasos responsables de la irrigación son de diámetro arteriolar pertenecientes a la arteria dentaria, referente a la rama de la arteria alveolar inferior, arteria alveolar posterior superior o de la arteria infraorbitaria, que estas a su vez son ramas de la arteria maxilar interna.^{1,8,9}

La circulación sanguínea pulpar atraviesa y sale por el foramen apical y los forámenes accesorios. Las arteriolas aferentes son de vía de entrada, estos ocupan una posición central en la pulpa y conforme van ascendiendo estas emiten ramas colaterales, meta arteriolas y precapilares formando una arborización en la zona subodontoblastica. El número de estas ramas colaterales van en aumento conforme a la proximidad a la zona coronal de tal forma que en esta área se dividen dos veces, formando una rica red capilar terminando vénulas.^{1,8,9}

Las vénulas forman una red eferente es decir estas son de salida, son ligeramente mayores que las arteriolas estas al salir de el foramen se unen y drenan en la vena facial y maxilar.^{1,8}

El flujo sanguíneo pulpar es más rápido que en otras partes del cuerpo demostrando así que la presión localizada en la pulpa es una de las más altas del cuerpo (Fig. 21).⁸



Figura 21. Inyección vascular en el interior de vasos sanguíneos para mostrar la red de capilares. (James K. Avery, Principios de Histología y embriología bucal. P.127)

Los vasos linfáticos entran por el foramen y se centran en la porción coronal de la pulpa. Durante los procesos inflamatorios auxilian removiendo exudado y agentes irritantes como residuos celulares, estos al salir del foramen apical confluyen en los linfáticos periodontales dirigiéndose a los nódulos linfáticos regionales, venas subclavias y yugular interna.^{1,8,9}

La pulpa dental es un tejido altamente innervado, los nervios atraviesan el foramen apical junto con los vasos sanguíneos aferentes, conforme estos van extendiéndose en dirección oclusal, se ramifican periféricamente junto con la vascularización (Fig.22). Se sabe que las fibras y terminaciones nerviosas se encuentran en mayor medida en la región del cuerno pulpar. (Fig. 23)^{1,8,9}

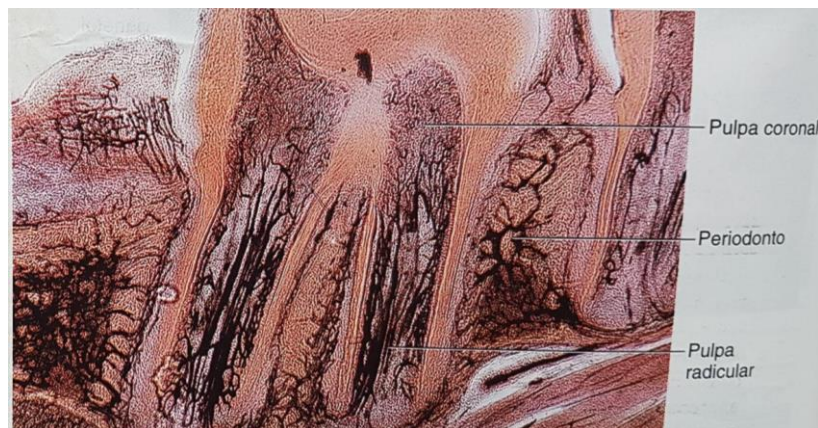


Figura 22. Inyección vascular para ilustrar la organización vascular en la pulpa. (James K. Avery, Principios de Histología y embriología bucal. P.127)

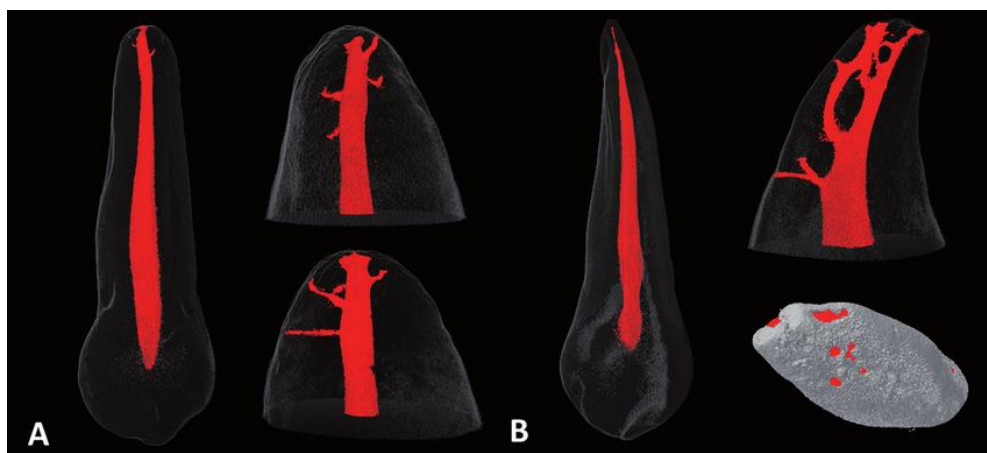


Figura 23. Esquematización de la innervación pulpar y su trayecto a través del diente (http://cavidadpulpar.blogspot.mx/2014_06_01_archive.html)

Principalmente los haces nerviosos son fibras nerviosas sensitivas provenientes del nervio trigémino al igual que fibras autónomas que pertenecen a las ramas simpáticas y parasimpáticas, estas fibras nerviosas contienen tanto axones mielinizados como no mielinizados, son las terminaciones nerviosas A-delta las que se encuentran en mayor proporción, estos son de 6 a 12 micras de diámetro, las fibras A- beta se encuentran en minoría y son de un diámetro de 1 a 6 micras, la estimulación de las fibras A-delta y A- beta da como resultado un dolor rápido y agudo de localización relativa.^{1,8,9}

Las fibras amielínicas o también llamadas Fibras C son de un diámetro de .4 a 1.2 micras, cuando estas son estimuladas producen un dolor mas lento, prolongado y difuso.^{1,8,9}

Se estima que cada haz nervioso propicia por lo menos ocho terminaciones nerviosas o botones sensitivos que se localizan en la zona acelular o zona de Weil que se encuentra justo por debajo de la capa odontoblastica coronaria. Este plexo es llamado plexo de Raschkow, en el centro de la pulpa se encuentra una unión de fibras mielínica y amielínicas este es llamado plexo de Mummery.⁸

Una parte de los nervios que terminan en el plexo subodontoblastico como terminaciones libres pierden la vaina de Schwan, pasan por el cuerpo celular del odontoblasto permitiendo la entrada hacia los túbulos dentinarios justificando así las teorías del dolor. (Figura 24) ⁸

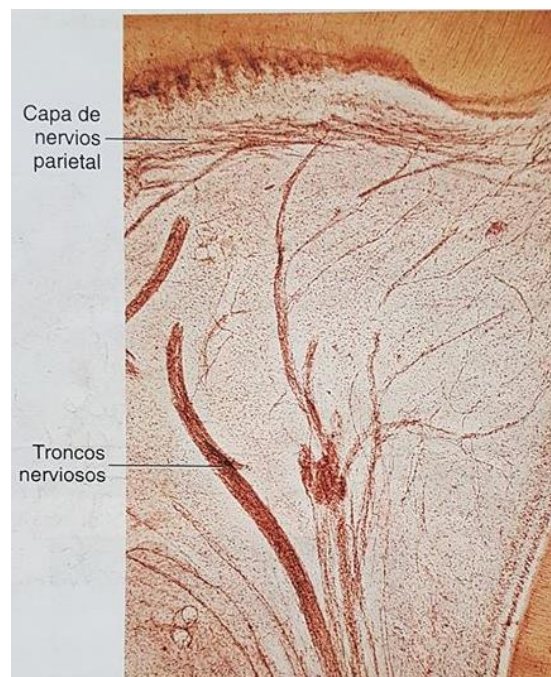


Figura 24. Troncos nerviosos pasando desde la pulpa radicular hacia el interior del área coronal. (James K. Avery, Principios de Histología y embriología bucal. P.128)

4. HISTORIA CLÍNICA

El conocimiento sobre el estado actual de salud del paciente, así como, las enfermedades sistémicas que padece, es de suma importancia para evitar complicaciones perjudiciales durante el tratamiento antes o después.¹¹ El instrumento diagnóstico más útil para el profesional es también el más sencillo. El realizar una historia clínica completa.

Se puede definir como “La narración metódica y detallada de todos los datos que aporta el paciente durante el interrogatorio”.^{9,10} la historia clínica es la relación escrita de la enfermedad ocurrida en un paciente, así como de sus antecedentes y su evolución en el tiempo. Es un documento médico, pues refiere las características de la enfermedad describiendo los hallazgos semiológicos, síndromes, medidas diagnósticas y terapéuticas empleadas, etc. Es un documento que debe reflejar la relación establecida entre el médico y el enfermo con el objetivo del alivio de este último, además de ser un documento legal, porque es el documento donde se refleja no sólo la práctica médica o acto médico, sino también el cumplimiento de algunos de los principales deberes del personal sanitario respecto al paciente: deber de asistencia, deber de informar, etc., convirtiéndose en la prueba documental que evalúa el nivel de la calidad asistencial en circunstancias de reclamaciones de responsabilidad a los profesionales sanitarios y/o a las instituciones públicas.^{10,13,14}

La historia clínica es considerada un documento de índole médico y legal de carácter confidencial de suma importancia. Este documento debe ser único, integrado y acumulativo. La principal función de la historia clínica es el tener un respaldo sobre los datos personales del paciente, así como de un pronóstico y el avance que se lleva entre cada cita para llevar acabo estas funciones debe de realizarse con rigurosidad y relatando a detalle los tratamientos realizados esto debe de ser escrito de manera legible. La historia clínica debe tener un formato unificado y debe presentar un orden consecutivo en los documentos.^{10,12,13}

En agosto de 1986 aparece la primera Norma Oficial Mexicana. relativa al expediente clínico en nuestro país, que fue la “NORMA TÉCNICA Número 52: para la elaboración, integración uso del Expediente Clínico”. En diciembre de 1998, dicha norma fue modificada, primero, en el proyecto NOM-168-SSA1-1998 y, finalmente, en septiembre 30 de 1999 se elaboró la NOM-168-SSA1-1998 del Expediente Clínico. Lo que es indudable es el hecho de que este documento siempre deberá ser considerado como reflejo de la calidad en la atención médica.¹³

Esta Norma Oficial Mexicana establece los criterios científicos, tecnológicos y administrativos obligatorios en la elaboración, integración, uso y archivo del expediente clínico. Es de observancia general en el territorio nacional y sus disposiciones son obligatorias para los prestadores de servicios de atención médica de los sectores público, social y privado, incluidos los consultorios, en los términos previstos en la misma.¹³

Los expedientes clínicos son propiedad de la institución y del prestador de servicios médicos, y deberán ser conservados por un periodo mínimo de 5 años, contados a partir de la fecha del último acto médico.¹³

La Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, DEL EXPEDIENTE CLINICO que se encuentra vigente fue publicada el 8 de septiembre de 2010 en el diario oficial de la federación. Que establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud. Es de observancia general en el territorio nacional y sus disposiciones son obligatorias para los prestadores de servicios de atención médica de los sectores público, social y privado, incluidos los consultorios, en los términos previstos en la misma.¹³

- Estructura de la historia clínica

- Interrogatorio o Anamnesis este puede ser directo indirecto o mixto

- Ficha de identificación

- Antecedentes heredo familiares

- Antecedentes personales patológicos

- Antecedentes ginecológicos

- Antecedentes personales no patológicos

- Padecimiento actual

- Interrogatorio por aparatos y sistemas

- Estudios de Laboratorio y gabinete

- Exploración física

- Notas de evolución^{10,11,12,13,14}

4.1 Anamnesis

En este apartado, el paciente expone el motivo de la consulta, menciona los sucesos previos y describirá los síntomas que ha llegado a presentar tales como, dolor, sensibilidad, mal olor entre otros, todo esto deberá ser escrito tal cual el paciente lo menciona. El papel del odontólogo en este apartado es el de motivar al paciente a recordar cualquier suceso relacionado a los dientes y la de orientar al paciente sin confundirlo para obtener datos lo más exactos posibles. También se le denomina interrogatorio. ^{10,11,12,13}

La anamnesis puede ser directa, cuando se interroga al paciente e indirecta cuando por circunstancias diversas se realiza a algún tutor o familiar. ^{10,11}

- Ficha de identificación

En este apartado el paciente proporcionara datos personales como son el nombre completo, edad, domicilio, números de contacto y algunos datos de algún familiar o persona cercana en caso de alguna emergencia. ^{12,13}

- Motivo de la consulta

Se debe de interrogar al paciente sobre los síntomas que lo motivaron a asistir a una consulta médica, en este apartado con la ayuda de la razón principal del paciente podremos orientar la elaboración del diagnóstico. ^{10,11,12,13,14}

- Antecedentes Personales

En esta parte se recauda la información sobre cualquier enfermedad importante que haya sufrido el paciente, lo cual nos permitirá establecer alguna relación entre el estado de salud actual con el estado de salud anterior. Es importante resaltar que muchos pacientes pueden no estar conscientes de algún padecimiento actual por lo cual el interrogatorio debe de estar dirigido a investigar y descubrir problemas no solo dentales también generales, esto con un fin preventivo y así poder orientar al paciente para un mejor tratamiento integral. ^{10,11,12,13,14}

5. EXPLORACIÓN CLÍNICA

La exploración clínica es el punto central del diagnóstico, con ayuda de los datos obtenidos en la anamnesis se debe de orientar el examen clínico y obtener por medio de pruebas clínicas una mayor información complementando con exámenes de laboratorio y gabinete. Para llegar a un diagnóstico es necesario conocer las diferentes patologías y saber las diferencias entre cada una de estas.^{10,11,12,15}

Es la exploración que practica personalmente el médico a todo individuo, a fin de reconocer la existencia o no de alteraciones físicas o signos producidos por enfermedad, valiéndose solo de los sentidos y de elementos físicos como son espejos, estetoscopio etc. Las cuatro técnicas básicas de la exploración clínica son: la inspección, la palpación, la percusión y la auscultación.^{15,16}

- Exploración Extraoral

Consiste en la exploración metódica y ordenada de los músculos, articulación y tejidos blandos, se realiza mediante la palpación y la inspección, se debe de revisar labios, surcos vestibulares y mucosa, Articulación Temporomandibular y ganglios linfáticos.^{15,16}

- Exploración Intraoral

El examen de la boca debe realizarse en todos los pacientes en forma ordenada y completa, contando con buena iluminación, natural o artificial y teniendo a mano gasa y espejo, inspeccionando y palpando: labios, carrillos, paladar duro y blando; orofaringe, piso de boca, lengua, encías y dientes, para evaluar su estado de salud y la presencia lesiones elementales primitivas o secundarias, que caracterizan la enfermedad o condición que padece el paciente, interpretarlas y hacer el diagnóstico correcto.^{15,16}

5.1 Inspección

Es la apreciación con la vista, las características del cuerpo en su superficie externa, cavidades y conductos accesibles. Se puede realizar con el paciente parado o acostado, con ayuda de luz, se debe de observar: el aspecto y o simetría, el color, la forma, el tamaño y la movilidad, valorando asimetría fácil, edema, traumatismos y o presencia de lesiones cariosas (Fig.25).^{10,11,15,16}

5.2 Palpación

Es la apreciación manual de la sensibilidad, la temperatura, la consistencia, la forma, el tamaño, la situación y los movimientos de la región explorada, gracias a la sensibilidad táctil, térmica, vibratoria y sentidos de presión de las manos, esta puede ser realizada con toda la mano y es denominada palpación si se es realizada con solo los dedos se llama tacto. En cavidad bucal al momento de realizar la palpación se puede identificar, áreas de edema, fluctuación o endurecimiento en los tejidos blandos (Fig. 26).^{10,12,15,16}

5.3 Percusión

Consiste en la apreciación por el oído, de los fenómenos acústicos, generalmente ruidos, que se originan cuando se golpea la superficie externa del cuerpo. Puede ser practicada golpeando la superficie externa del cuerpo, con las manos desnudas o valiéndose de un instrumento especial llamado martillo percutor o en el caso de los odontólogos un mango de espejo.^{10,11,15,16}

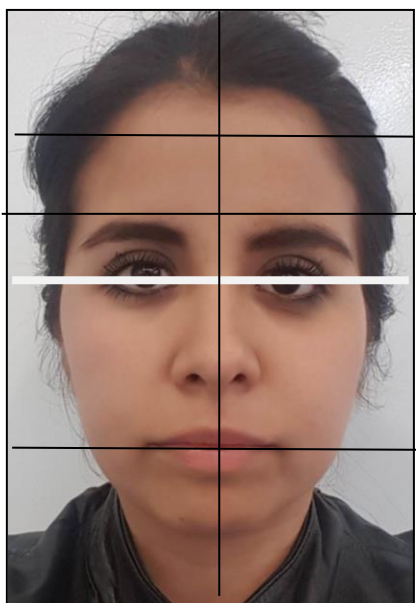


Figura 25. Inspección del paciente, valoración de simetría facial, forma y tamaño. (Fuente Propia)



Figura 26. Palpación para la valoración de inflamación, endurecimiento y presencia de nódulos. (Fuente propia)

6. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD PULPAR

Posterior a la realización de el interrogatorio y de la historia clínica se debe de considerar la sintomatología mencionada por el paciente, el dolor a pesar de mostrar una experiencia personal sigue siendo la principal guía de las acciones clínicas, el interrogatorio básico nos dará respuestas para saber la ubicación, el tipo de dolor, el tiempo, frecuencia e intensidad.^{15,16,17,18,19}

Las pruebas de sensibilidad pulpar son un componente esencial para el correcto diagnóstico, se debe de interpretar de manera precisa los signos que proporcionen durante cada prueba, cabe aclarar que no todas las pruebas son aplicables para todos los casos y no todas tienen el mismo nivel de confiabilidad, estas pruebas determinan la condición pulpar.^{15,16,17,18,19,20}

Al momento de realizar cualquier prueba, es importante el usar dientes de control, homólogos y en caso de que no existan se deberá de realizar las pruebas en dientes próximos al diente problema, ya que los resultados en estos dientes nos servirán de referencia, permitiéndonos el calibrar la respuesta de cada paciente. Mientras se realizan estas pruebas es importante el no mencionar al paciente en que diente se esta aplicando y así evitar errores al momento del diagnóstico.^{15,16,17,18,19,20}

Las pruebas de sensibilidad pulpar que se realizan son: Frio y calor. La información obtenida de estas pruebas permite el diagnostico pulpar que puede ser desde una pulpitis reversible hasta una necrosis pulpar.^{15,16,17,18,19,20}

6.1 Pruebas de frío

Las primeras pruebas térmicas al frío, se realizaban con hielo convencional, después con hielo de anhídrido carbónico (CO₂) y posteriormente con sistemas refrigerantes como es el cloruro de etilo. Se debe considerar que el hielo convencional en forma de lápiz produce menos frío y no es tan eficaz al solo alcanzar el 0°C de temperatura, mientras que el realizar las pruebas con algún sistema refrigerante que se aplica mediante una torunda de algodón puede alcanzar temperaturas de 0°C hasta los -78°C como es el caso del hielo seco ⁸, generalmente la utilización de un sistema comprimido como de CO₂ son igualmente válidos. Se debe de tomar en cuenta la cantidad de esmalte de los dientes. ^{15,16,17,18,19,20}

Las pruebas del frío, actualmente se realizan con Endo Ice® de Coltene/Whaledent verde (Fig.27) que es un sistema refrigerante en presentación de gas incoloro inflamable, con aroma a menta. El componente principal es el Tetrafluoretano, que alcanza temperatura de -26.2 °C.¹⁴ también el uso de ROEKO Endo Frost® de Coltene/Whaledent, los componentes principales es una mezcla de gases de butano, propano e isobutano. Este se presenta en forma de gas o de pequeñas porciones en forma de tubos llamados Pellets, estos contienen el gas incoloro inflamable, sin aroma y que alcanza temperaturas de -50 °C.^{21,22,23}



Figura 27. Endo Ice de la casa Coltene en spray de 200ml
(<https://lam.coltene.com/products/endodontics/endo-accessories/endo-ice/>)



Figura 28. Endo-Frost de la casa Coltene en spray de 200ml
(<https://lam.coltene.com/products/endodontics/endo-accessories/endo-ice/>)

- Procedimiento

- 1.-Aislamiento relativo con rollos de algodón y secado del diente. (Fig.29)
- 2.-Aplicación de Endo Ice® o el sistema de elección en una torunda de algodón hasta formar escarcha. (Fig.30)
- 3.-Aplicación del estímulo frío en el diente. (Fig.31)
- 4.-Repetir el procedimiento en dientes testigos. ^{15,16,17,18,19,20,21,22,23}



Figura 29. Aislamiento y secado del diente (fuente propia)



Figura 30. Se coloca en una torunda de algodón hasta formar escarcha con Endo Ice® (fuente propia)



Figura 31. Se coloca en una torunda de algodón con Endo ice® sobre el diente y se procede a realizar la prueba en otros dientes. (Fuente propia)

- Resultados

Al aplicar este estímulo en una pulpa vital suele producir un dolor intenso y breve, será la duración de este el que ayude a determinar el estado pulpar, al ser de un periodo corto se cataloga como una hipersensibilidad o pulpitis reversible según el estado del diente, por otro lado, un periodo mas largo es signo de una pulpitis irreversible, por el contrario, la pulpa necrosada no responde a este estímulo. ^{15,16,17,18,19,20}

A menudo se obtiene una respuesta positiva falsa si el frio entra en contacto con encía o se transmite a dientes contiguos con pulpas vitales, los dientes con conductos calcificados también pueden dar una respuesta equivocada a este estímulo. ^{15,16,17,18,19,20}

Tabla 2. Diferentes materiales para la prueba de sensibilidad pulpar al frio y sus características.

Material	Presentación	Composición	Temperatura	Ventajas	Desventajas
<i>Varillas de hielo</i>	Solido	H2O	0°C	Económico	No es lo suficientemente frio
<i>Hielo Seco</i>	Gas/solido	Dióxido de carbono	-78°C	Respuesta rápida, No produce efectos negativos en pulpa vital	Requiere de contenedor especial, menos útil en cámaras calcificadas
<i>Cloretilo</i>	Gas	Cloruro de etilo	-4°C a -12°C	Económico	Toxico, Depresor del SNC, Inflamable
<i>Endo Ice®</i>	Gas	Diclorodifluor-urometano	-50°C	Alcanza temperaturas bajas sin producir grietas en el esmalte	Fue prohibido por el Clean Air Act en Estados unidos por los daños al medio ambiente
<i>Endo Ice Verde®</i>	Gas	Tetrafluoretano	-26,2°C	Temperatura suficiente para realizar pruebas de vitalidad, aroma agradable	Costoso, inflamable, evaporación rápida, toxico.
<i>Endo Frost roeko®</i>	Gas/ Pellets	Butano/Propano /isobutano	-50°C	No produce Grietas en esmalte, No toxico	Costoso, Inflamable

6.2 Pruebas de calor

Para las pruebas de calor inicialmente se empleaba agua caliente aplicada con algodón, después modelina en forma de punta de lápiz reblandecida con calor y posteriormente la aplicación de objetos para la producción de fricción como es el uso de copas de hule sin refrigeración girando sobre el diente. Por lo general la técnica usada mediante fricción suele ser más segura ya que este método es controlable y no produce una temperatura muy elevada, los elementos calentados mediante fuego son difíciles de controlar ya que estos pueden empezar a gotear y causar quemaduras en mucosas, para la protección del diente se coloca una capa delgada de vaselina para evitar se adhiera a la superficie y ocasionar un daño a la pulpa vital.^{15,16,17,18,19,20}

Actualmente las pruebas de calor se realizan con la utilización de gutapercha en barra (Fig. 32) reblandecida con calor, alcanza por lo general 78°C de temperatura, en estudios in vitro se ha mostrado que la utilización de este material no incrementa la temperatura pulpar más de 2°C en menos de 5 min de aplicación del estímulo, dando así un margen de seguridad.^{17,18,19}

El objetivo de la utilización de calor es la de aumentar el volumen y movimiento de los gases producido por productos bacterianos. Antes de la realización de esta prueba es necesario haber realizado prueba de frío y que esta haya dado negativo, debido a que la aplicación de calor excesivo puede llevar a ocasionar daños irreversibles a la pulpa.^{19,20,21}



Figura 32. Gutapercha en barra De Tray®
Dentsply
(<https://www.dentalix.com/en/dentsply/d-e-trey-endodontic-gutta-percha-sticks>)

- Procedimiento

- 1.- Aislamiento relativo con rollos de algodón o gasas.
- 2.- Colocación de vaselina en la cara vestibular.
- 3.- Reblandecer gutapercha en barra sin que produzca goteo y llevar al diente (Fig. 33)
- 4.- Aplicar fuente de calor en la cara vestibular. (Fig. 34)
- 5.-Realizar pruebas en dientes testigos. ^{15,16,17,18,19,20}



Figura 33. Calentado de la barra de gutapercha sin producir goteo. (Fuente propia)



Figura 34. Aplicación en el diente con previa utilización de vaselina. (Fuente propia)

Cuando se realiza esta prueba en dientes con una pulpa sana se espera que la respuesta sea un estímulo doloroso agudo y fugaz, en el caso de una pulpitis reversible tendrá una respuesta similar a una pulpa sana, por otro lado, una pulpitis irreversible presentara un dolor agudo creciente y prolongado, una pulpa necrosada no responde pero existen casos de que presente una respuesta positiva y la pulpa se encuentre necrótica, se puede pensar en que se colocó la gutapercha cercana a la encía y dándonos un falso positivo y también debido a la cantidad de gases producidos dentro del diente generando presión al ser volatilizados. ^{15,16,17,18,19,20}

6.3 Prueba eléctrica

Actualmente todos los dispositivos pulpares eléctricos (Vitalómetros), generan una corriente eléctrica de alta frecuencia de intensidad modulable que estimulara las fibras sensoriales adentro de la pulpa. El vitalometro está formado por un generador de corriente, medidor y una sonda, por la que la corriente fluirá hasta el diente y regresará al generador siendo captadas las lecturas por el medidor, dando una respuesta. En la actualidad existen en el mercado localizadores de ápice con vitalometro integrado estos con un costo mayor (Fig. 35). Se debe de tener mucho cuidado al momento de la colocación ya que la saliva puede llevar el impulso a la encía dando falsos positivos al igual que las restauraciones metálicas.^{17,18,20}



Figura 35. Localizador de ápice con vitalometro de la casa comercial Sybron Endo. ([https://mdent.cl/tienda/?ficha=7905-ELEMENTO.DIAGNOSTICO.\(LOCALIZADOR.APICAL.Y.VITAL%C3%93METRO\)](https://mdent.cl/tienda/?ficha=7905-ELEMENTO.DIAGNOSTICO.(LOCALIZADOR.APICAL.Y.VITAL%C3%93METRO)))

Para la valoración con estos instrumentos se debe realizar primero las pruebas en varios dientes testigos, sin restauraciones metálicas para poder así obtener una escala individualizada del paciente, posteriormente se realizará en el diente afectado, Una respuesta menor al estímulo significará vitalidad pulpar mientras que una respuesta elevada significará necrosis. La sensación será un ligero hormigueo o de un “toque”. Los vitalómetros pulpares no detectan el grado de inflamación pulpar.^{17,19,20}

- Procedimiento

1. Aislado y secado del diente
2. Colocación de pasta dental para mejorar la conducción del impulso eléctrico.^{19,20}
3. Colocación del electrodo en la cara vestibular y el paciente deberá colocar el dedo en el electrodo con la finalidad de cerrar el circuito. (Fig.36)
4. Realizar las mediciones 2 a 3 veces para obtener un promedio y así poder valorar. Realizando el aumento de la corriente eléctrica paulatinamente.^{19,20}

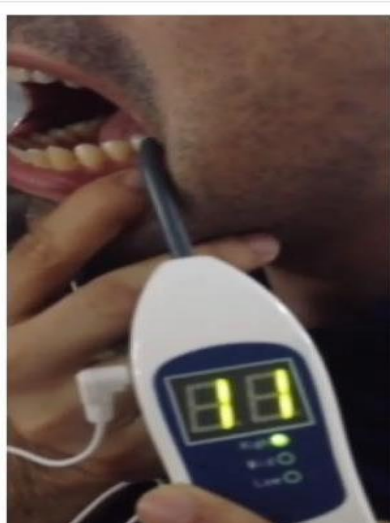


Figura 36. Realización de prueba pulpar con vitalometro(<http://odontoblog.com.mx/tag/pulpometro/>)

Tabla 3. Ventajas y desventajas del uso de vitalometro.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Útil para determinar el estado vital del diente.	No existe una medición exacta para determinar entre pulpa vital o necrótica.
Ayuda a diferenciar la enfermedad pulpar de enfermedad periodontal.	Los dientes con una capa gruesa de esmalte requerirán de un estímulo mayor.
Dependiendo del modelo es económico a comparación de laser Doppler.	No se deben de utilizar en pacientes con marcapasos. ²
	Lecturas negativas en los casos de calcificaciones.

6.4 Observaciones

Es importante tomar en cuenta que para estas pruebas se encuentran varias dificultades como son , las alteraciones patológicas, fisiológicas y anatómicas, que son capaces de modificar la percepción de los estímulos y dificultar la recolección de los datos necesarios para confirmar el estado pulpar y estos mismos son intensificados por factores del paciente , la edad y grado de la lesión, la gran variedad de mecanismos físicos, químicos y biológicos son un factor importante en la reducción o aumento de la sensibilidad, al igual que la oclusión parcial de los túbulos dentinarios, la caries también genera alteraciones en la conducción hidráulica, en la disminución de el volumen de fluido intratubular alterando así la transmisión de los estímulos.

15,16,17,18,19,20,21,22,23

Caldaria et al. En 1995 estudio 20 dientes molares superiores e inferiores con aposición de dentina reparativa igual o menor a 2mm. Obteniendo una respuesta de 40% de sensibilidad con hielo y un 90% con el gas refrigerante confirmando la dificultad en dientes con mayor espesor y en 1998 realizaron pruebas de sensibilidad pulpar con hielo y con diclorodifluorometano en 1300 dientes con diferente rango de edad y concluyeron que las respuestas disminuyen al aumentar la edad siguiendo este orden: incisivos inferiores, incisivos superiores, caninos, premolares y por ultimo molares.¹⁸

En los casos de un traumatismo dental, se produce cambios en el numero y volumen de vasos sanguíneos, al igual que una disminución en la oxigenación del tejido pulpar, estos dientes pueden presentar una respuesta sensorial negativa a pesar de que el tejido esta vital a este fenómeno se le conoce como “Choque pulpar”.¹⁸

En los dientes jóvenes, existe una deficiencia en la formación de la capa odontoblastica, impidiendo la correcta transmisión del estimulo hacia la unidad receptora sensitiva intrapulpar al igual que una menor cantidad de fibras A-Delta y C. 15,16,17,18,19,20

Tabla 4. Respuesta ante los estímulos provocados en los diferentes estados pulpaes

Estado Pulpar	Etiología	Frio	Calor	Eléctrico	Tipo de dolor	Tiempo de duración	Percusión	Tratamiento
<i>Sana</i>	Sin caries	+	+	+	Localizado y Provocado.	Fugaz	-	Ninguno
<i>Pulpitis reversible</i>	Caries, Restauraciones mal ajustadas	+	+	+	Localizado y provocado	Fugaz	+	Eliminación del factor etiológico
<i>Pulpitis Irreversible</i>	Caries Profunda, Traumatismos	+	+	+	Localizado, Irradiado, dolor nocturno	Persistente	+	Pulpectomía
<i>Necrosis pulpar</i>	Caries profunda, Pulpitis no tratada.	-	-/+ Puede dar fallos positivos debido a la estimulación de los gases.	-	Irradiado, puede haber presencia de inflamación	Persistente	+	Necropulpectomía

7. PRUEBAS PERIODONTALES

El objetivo de estas pruebas es el de identificar patologías periapicales como puede ser dientes sometidos a movimientos ortodónticos rápidos, trauma por oclusión, abscesos periodontales laterales y la inflamación de tejidos perirradiculares pero no del estado vital de la pulpa⁸, se realiza mediante el uso de un instrumento para la percusión del diente problema y los dientes testigos, La percusión sobre un diente con una alteración periapical puede provocar un dolor muy agudo, y en esos casos la aplicación de presión ligera sobre el diente puede orientar el diagnóstico. ^{15,16,17,18,19,20}

La fuerza de percusión debe ser lo suficientemente fuerte para que el paciente distinga entre un diente sano y un diente con el ligamento periodontal afectado. ^{15,16,17,18,19,20}

7.1 Percusión horizontal

Esta prueba se realiza con la ayuda del mango del espejo percutiendo en la cara vestibular de los dientes sometidos a esta prueba. Los resultados positivos en esta prueba están relacionados con complicaciones periodontales (Fig.37).^{16,18}

7.2 Percusión vertical

Para la aplicación de esta prueba se debe de realizar la percusión en las caras oclusales o bordes incisivos de los dientes a valorar. La respuesta positiva a la percusión está asociada a alteraciones de tejidos perirradiculares(Fig.38).^{17,18}

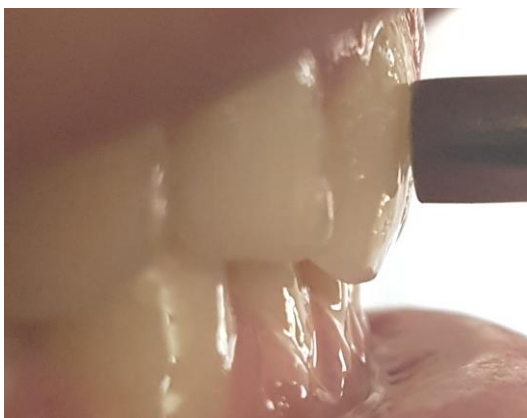


Figura 37. Percusión horizontal en diente anterior. (Fuente propia)



Figura 38. Percusión vertical en diente anterior. (Fuente propia)

7.3 Sondeo periodontal

Las lesiones periapicales y periodontales tienen en muchos casos varias similitudes entre ellas y es por esto que es necesario el identificar el origen de la lesión, para una correcta planificación del tratamiento. ^{15,16,17,18,19,20}

El sondeo periodontal se realiza con la ayuda de una sonda milimetrada, para determinar el nivel de inserción del tejido conjuntivo, cuando se tiene una enfermedad periodontal el sondeo suele presentar una pérdida de inserción generalizada conocida como bolsa periodontal, a diferencia de la localización de una zona de perdida de inserción localizada y estrecha en un paciente sin enfermedad periodontal puede tener como causa una fistula transperiodontal de origen endodóntico o de alguna fisura o fractura radicular. ^{15,16,17,18,19,20}

Se realiza colocando y midiendo el nivel de inserción en cada milímetro de las caras del diente y no solamente en las porciones distales medias y mesiales. ^{15,16,17,18,19,20}



Figura 39. Radiografía periapical en la que se observa los tejidos de soporte sin alguna alteración. (<https://www.juanbalboa.com/periodontitis/>)

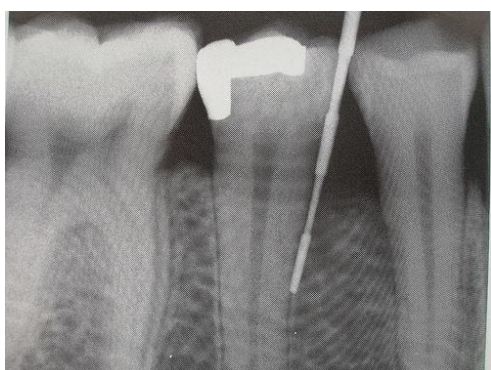


Figura 40. Radiografía periapical en la que se demuestra con una sonda el nivel de inserción en lesión periodontal. (<https://www.juanbalboa.com/periodontitis/>)

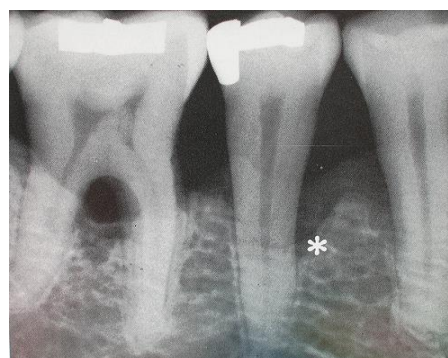


Figura 41. Radiografía periapical en la que se muestra los tejidos de soporte afectados por enfermedad periodontal. (<https://www.juanbalboa.com/periodontitis/>)

8. PRUEBAS DE VITALIDAD

Para determinar la vitalidad pulpar se debe de tener cuenta que, para conocer el grado de afectación pulpar, no depende únicamente de un suministro nervioso sino también de un suministro sanguíneo. Para la valoración de la corriente sanguínea es necesario la utilización de recursos llamados fisiométricos y estos tratan de determinar el flujo sanguíneo ya que están menos sujetos a las limitaciones y variables que presenta en las pruebas de sensibilidad pulpar.^{17,18}

El principio básico de los fisiométricos es el medir el flujo sanguíneo mediante la aplicación de una determinada longitud de luz sobre el tejido examinado y el oxígeno presente en el mismo. Las pruebas fisiométricas usadas en la odontología son la Flujiometría por Láser Doppler(Fig.42) y la oximetría de pulso (Fig. 43).^{18,22,25,26}



Figura 42. Láser Doppler de Moor con todos sus aditamentos para la valoración del flujo sanguíneo. (<https://www.ebay.com/itm/MOOR-INSTRUMENTS-MOORLDI-LASER-DOPPLER-IMAGER-CONTROLLER-MOORLDI2-2-LDI-/162080812834>)



Figura 43. Oxímetro de pulso BPO250 de Biotrend. (<http://www.dmo.company/es/work/oximetro-de-pulso/>)

8.1 Flujometría por Láser Doppler

Fue descrito por primera vez en el año 1842 por el físico austriaco Christian Doppler en su tratado *Über das farbige licht der doppelsterne und einige andere gestirne des himmels* (Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros). En este escrito se explica el cambio de frecuencia que sufre una onda cuando es emitida por un objeto que se mueve lejos del observador. El método láser Doppler fue utilizado por el Dr. Yeh y Dr. Cummins para estimar la velocidad de las células rojas de la sangre de los capilares; también para evaluar el flujo sanguíneo en los sistemas microvasculares del cuerpo humano, como la retina, el intestino, la corteza renal y la piel. Se ha aplicado, sobre todo, en órganos o regiones del cuerpo humano que son conformados por tejidos blandos.^{22,25,26,27}

Es una medición óptica que permite calcular el número y la velocidad de partículas transportadas por un flujo mediante la variación de la longitud de onda experimentada por un cuerpo al desplazarse, cuanto más próximo a la fuente, mayor será la frecuencia y habrá una menor longitud de onda. Se debe considerar que las partículas sean lo suficientemente grandes como para dispersar la luz y la detección de la señal permitiendo el continuo flujo. Este principio ha permitido desarrollar técnicas y aparatos que han sido empleados en el ramo médico para medir la perfusión en diversos órganos y tejidos del cuerpo, y que han sido de utilidad como método diagnóstico. Este principio ha permitido desarrollar técnicas y aparatos que han sido empleados en el ramo médico para medir la perfusión en diversos órganos y tejidos del cuerpo, y que han sido de utilidad como método diagnóstico.^{15,16,17,18,19,20,24,25,26,27}

Es un método no invasivo basado en el uso de una fibra óptica que proyecta un haz de luz (laser) que puede utilizar Helio-Neón (HeNe) y el Galio-Aluminio (GaAlAs) como diodo semiconductor de una potencia de 1 o 2 mW. La longitud de onda del láser HeNe es de 632,8nm y la del diodo de laser semiconductor es de 780 a 820nm. ^{15,16,17,18,19,20,24,25,26,27}

Se demostraron mejores resultados con el uso de la detección de la dispersión hacia adelante en comparación con el empleado convencionalmente, que utilizaba la detección de dispersión hacia atrás. También se reporta que los aparatos que manejan una longitud de onda de 810 nm muestran una buena sensibilidad, pero una pobre especificidad, y que los aparatos de longitud de onda de 633 nm presentan buena especificidad, pero una baja sensibilidad. El láser de longitud de onda de 576 nm ha sido una alternativa para la detección de perfusión. El uso de estos dos haces de luz de igual intensidad, que corresponden a la división de un solo haz de luz que es visible, se cruzan a través del área objetivo. Se dirigen de acuerdo a la dispersión del movimiento de las células rojas sanguíneas (Fig. 44), que con frecuencia hacen el desplazamiento mientras que la luz que va directo al tejido permanece estática. La luz reflejada, que es parte del rayo de luz del láser Doppler, proviene del objeto en movimiento en este caso, del cuerpo bicóncavo del eritrocito, es devuelta al aparato por medio de una fibra aferente dentro de la misma sonda de fotodetectores, pasa en el medidor de flujo y se produce una señal. ^{15,16,17,18,19,20,24,25,26,27}

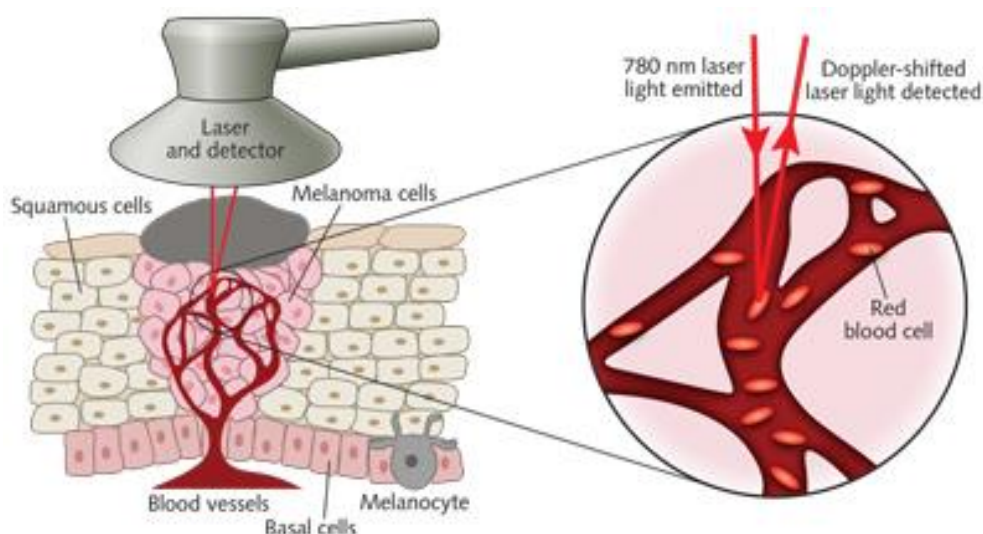


Figura 44. Esquemización del proceso de dispersión del haz en células sanguíneas. (<https://pocketdentistry.com/10-lasers-in-endodontics/>)

La profundidad de penetración de un haz de luz del aparato láser Doppler en los dientes alcanza aproximadamente entre 6 y 13 mm de profundidad de la raíz, según la densidad del láser. En algunos dientes, incluso se ha observado que el rayo puede llegar hasta el ápice.^{26,27,28}

La señal recibida se calcula con un algoritmo preestablecido en el aparato; la señal de salida se puede simplificar como una función del producto de la concentración de eritrocitos, así como su medición de la velocidad media de los mismos.^{9,10,11,12,13,14,24,25,26,27,28} De hecho, esta medición de flujo (flux) es la velocidad media de las células rojas de la sangre, Nogueira en 2003 estableció parámetros para la valoración porcentual de flujo entre dientes vitales y no vitales, donde el valor medio para dientes vitales es de un 92,01% y 35,52% para dientes desvitalizados.¹⁸

El costo de el Laser Doppler de Moor dependiendo el modelo de los 10,000 moneda nacional a los 20,000 moneda nacional

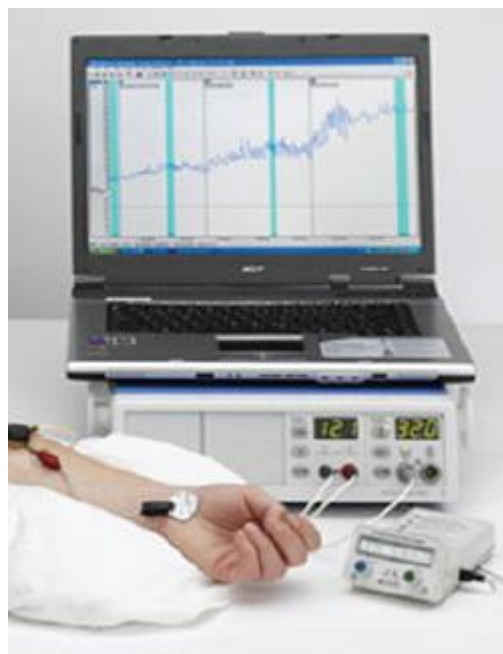


Figura 45. Computadora registrando los valores obtenidos mediante la utilización del Láser Doppler.
(<https://pocketdentistry.com/10-lasers-in-endodontics/>)

- Método de uso

La manipulación del láser Doppler es complicada ya que este debe de interactuar con las células en movimiento dentro de la vasculatura pulpar, para evitar el contacto con otro tejido vascularizado como es la encía, se debe de realizar una plantilla individualizada (guarda bucal) para poder inmovilizar el emisor en la cara vestibular y el receptor en la cara palatina, para mantener un íntimo contacto únicamente con el diente a valorar, este método puede estar contraindicado en algunos dientes con restauraciones muy amplias, ya que no se podría realizar la medición. El uso de una doble sonda o una segunda toma con el láser Doppler han sido sugeridos para aumentar la fiabilidad de las mediciones tomadas.^{24,25,26,27,28}

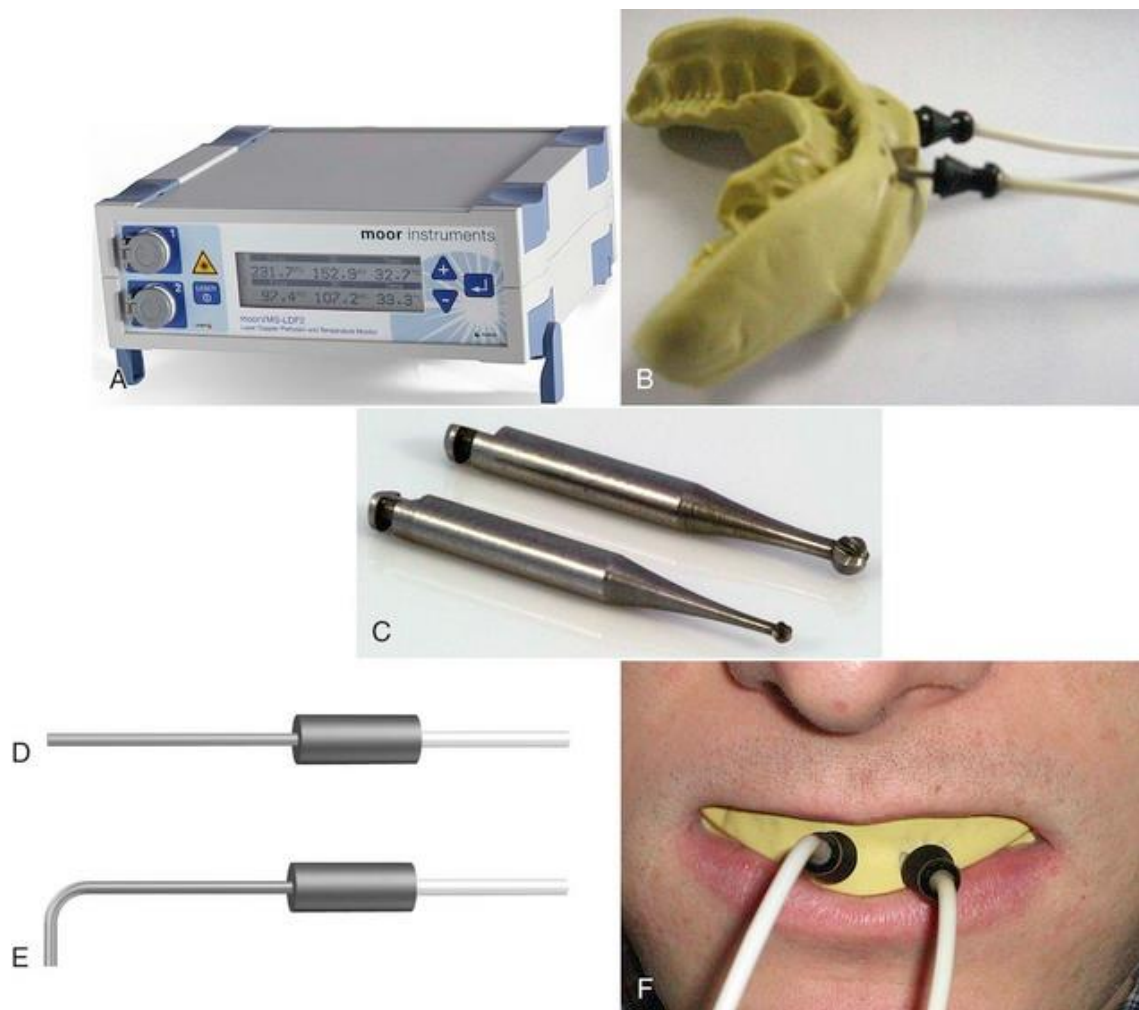


Figura 46. A) Laser Doppler de la casa comercial Moor, B) Confeccion de plantilla bucal de silicona C) Fresas de bola de carburo para la adaptación del emisor y del receptor D) Emisor E) receptor F) Colocacion en boca de paciente. (<https://pocketdentistry.com/10-lasers-in-endodontics/>)

Tabla 5. Ventajas y desventajas del Láser Doppler.

Ventajas	Desventajas
Diagnostico no invasivo.	Solo detectan el flujo de la pulpa coronaria.
Diagnostico exacto en dientes vitales y no vitales.	Fabricación de una guarda.
Se puede usar en dientes con traumatismo reciente.	Múltiples sondajes para una correcta calibración.
	Equipo Costoso.
	Lecturas alteradas según el grosor del esmalte y dentina
	Se ve afectado por las señales de tejidos periodontales.
	Difícil acceso en ciertas áreas.

8.2 Pulsioximetría de pulso

La Pulsioximetría es la medición del nivel de oxígeno en la sangre, mostrado en porcentajes; es considerada como quinto signo vital después del ritmo cardíaco, la presión arterial, temperatura y frecuencia respiratoria.²⁹ El oxímetro de pulso es un equipo utilizado en pacientes neonatos, pediátricos y adultos en general; en distintas áreas como; unidades de cuidados intensivos, emergencia, quirófanos, hospitalización, cirugía ambulatoria, neonatología, salas de recuperación, traslados interhospitalarios; y sirve para la prevención de enfermedades o anomalías respiratorias, como es el caso de hipoxia, taquicardia, bradicardia, arritmia, entre otras.³⁰

El Oxígeno es transportado en el cuerpo fijado a una proteína que contiene hierro llamada Hemoglobina (Hb) que está en los glóbulos rojos. Después que el oxígeno es introducido dentro de los pulmones se combina con la hemoglobina en los glóbulos rojos cuando ellos pasan a través de los capilares pulmonares para la distribución de oxígeno a los diferentes tejidos.³⁰

En un paciente sano cada gramo de hemoglobina se combina con 1.34 ml de oxígeno. De esa manera, en la sangre con una concentración normal de hemoglobina de 15g/dl, 100 mls de sangre transporta 20 mls de oxígeno combinado con la hemoglobina. Normalmente el corazón bombea aproximadamente 5000 ml de sangre por minuto a los tejidos en un adulto de tamaño medio. Esto transporta cerca de 1000 ml de oxígeno por minuto a los tejidos.³⁰

Los aparatos para la medición de saturación de oxígeno miden únicamente dos valores. La saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre arterial y también la frecuencia cardíaca. Por lo regular estos constan de un monitor y de diferentes tipos de sensores (Fig. 47) que pueden ser de bisagra y sensores de goma, es necesario el mencionar que esta parte es la más delicada (Fig. 48).³⁰

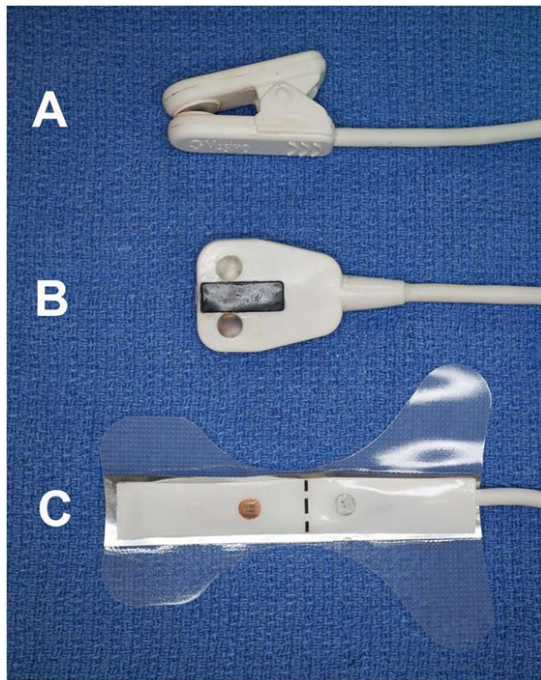


Figura 47. Diferente tipo de sensor para pulsioxímetros. (http://sci-hub.tw/https://www.frontiersin.org/files/Article/s/197903/fvets-03-00036-HTML-r1/image_m/fvets-03-00036-g001.jpg)



Figura 48. Pulsioxímetro de pantalla digital con sensor de clip y aditamentos para colocación en diente de la marca GEMCO® (<https://www.gemco.cl/equipos-electro-medicos/167-oximetro-de-pulso-m800-biolight.html>)

- Pulsioximetría en Odontología

Se trata de un estudio experimental no invasivo basado en la medición de saturación de oxígeno en tejidos periféricos. Su principio de función está basado en la emisión de un haz de luz de dos longitudes de onda diferentes, una de 760 nm para una luz roja y 850 para una onda de luz infrarroja, estos haces atraviesan el diente y son recibidos por un fotorrevelador y es calculado mediante la diferencia entre la luz emitida y la luz recibida procesado por un circuito electrónico para suministrar la tasa de saturación de oxígeno presente en el interior del sistema dentinopulpar.^{31,32,33,36}

La oxihemoglobina absorbe menos luz roja que la desoxihemoglobina lo cual ayuda a determinar el porcentaje de oxígeno en la sangre. Es importante la estabilización inamovible del haz de luz con el diente, el diente deberá de ser cubierto con un gel sobre el punto de aplicación de la punta para que exista una mayor transmisión de luz.^{32,33,34,35}

El mayor inconveniente es que no existen sistemas especiales para odontología, por lo cual se debe de modificar las sondas “ad hoc” (Fig.49).³²

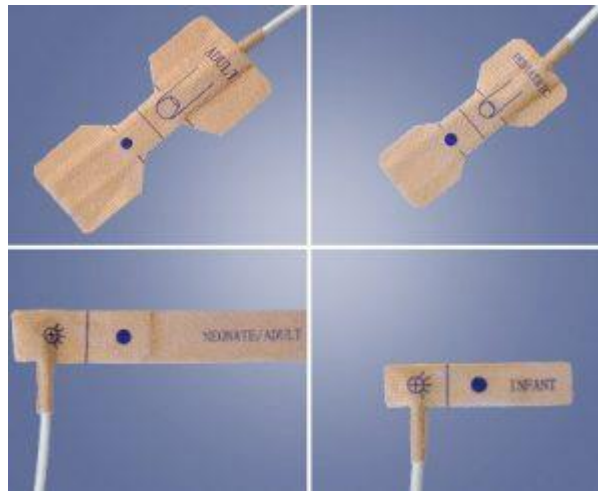


Figura 49. Sensores “ad hoc” de diferentes tamaños y formas para su colocación en tejidos periféricos.
(http://consumiblesmedicina.es/?page_id=87)

- Método de uso

Se debe de aislar el diente para evitar el contacto con la encía y evitar así lecturas falsas, el emisor del haz debe de colocarse en una zona donde el esmalte y dentina sea de menor grosor, por lo general se coloca en la cara vestibular en el tercio cervical, para obtener una medición más exacta, se debe de colocar Gel para potenciar la transmisión de el haz en un promedio de 45 seg.^{35,36,37}

En un estudio realizado por la universidad de Brasil del departamento de endodoncia en 2014 realizaron un estudio de pulsioximetría en la que determinaron que en dientes vitales el promedio de saturación de oxígeno es de 87.73-95% mostrando que la saturación de oxígeno en los dientes que presentan un proceso de pulpitis reversible es de 87.4% y en la pulpitis irreversible es de 83.1% y en los casos de necrosis pulpar hay un 74.6% de saturación de oxígeno.³⁷

9. IMAGENOLÓGÍA

La imagenología, constituye un auxiliar en el método de diagnóstico el cual ofrece servicios para el resto de las ramas del saber médico. Dentro de la concepción del diagnóstico, existen múltiples métodos de exploración por imágenes, entre los que se encuentran: Radiografías convencionales, estas pueden ser simples y contrastadas, Fluoroscopia, Intensificador de imágenes, Radiología digital o Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética nuclear, Tomografía por Emisión de Positrones, Isótopos Radioactivos.³⁸ En el caso de la odontología esta se ve apoyada principalmente del uso de radiografías analógicas y digitales, periapicales y panorámicas, para la valoración en endodoncia y al igual que en otras especialidades.

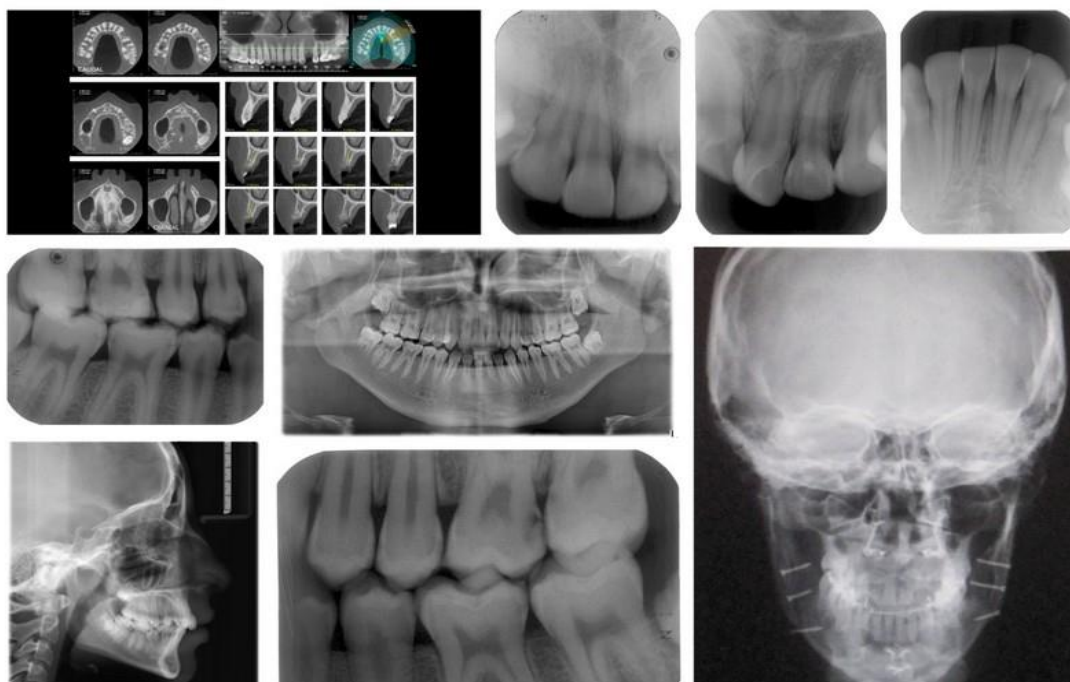


Imagen 50. Radiografías utilizadas más comúnmente en odontología. (<http://urbandental.es/tratamiento/radiologia/>)

9.1 Radiografía dental

El 8 de noviembre de 1895 en la ciudad alemana de Wurzburg se descubrieron los Rayos X, hecho ocurrido cuando el físico Wilhelm Conrad Roentgen al experimentar con un tubo de rayos catódicos cubiertos con papel negro y en una sala oscura, observó que un papel de platinocianuro de bario, que casualmente se encontraba en la cercanía, se iluminó; a este tipo de radiación la denominó Rayos X.³⁸ Este hallazgo es, sin duda alguna, uno de los más grandes acontecimientos en este milenio, fue el inicio de la radiología y sentó las bases para desarrollos futuros. Los Rayos X son un tipo de radiación electromagnética ionizante que debido a su pequeña longitud de onda (1 ó 2 Angstroms), tienen capacidad de interacción con la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de los rayos, mayores son su energía y poder de penetración. En la medida que se interponen diferentes estructuras (entre la placa y el tubo de rayos) los Rayos X logran impactar “menos” en la placa, formando así una imagen “radiopaca”. De manera contraria, si la estructura interpuesta deja pasar “más” Rayos X, se formará una imagen “radiolúcida”.^{39,40}

Existen actualmente dos tecnologías diferentes en radiología. La radiografía convencional que necesitan de revelado y la radiología digital que puede ser directa (RDD) o la radiología digital indirecta (RDI).^{40,41}

9.1.1 Radiografía dental convencional

Consisten en una película recubierta por una emulsión de sales de plata, por una o ambas caras. Los fotones de rayos X incidentes en la película son capaces de convertir químicamente las sales de plata en plata metálica. Tras el revelado y el fijado permanece la plata metálica, y se obtiene así una imagen analógica en gama de grises (negativo), en la que el grado de ennegrecimiento depende del flujo de fotones de rayos X, de una forma no lineal. La imagen formada en la placa es una proyección cónica, que constituye una representación bidimensional de un objeto tridimensional.^{17,40,41,42}



Figura 51. Diferentes tamaños de radiografías análogas, de izquierda a derecha. Infantil. Adulto. Oclusal. (Fuente propia)



Figura 52. Contenido de una radiografía periapical. Cubierta plástica. Lamina de Plomo, Lamina de papel. Radiografía. (Fuente propia)



Figura 53. Radiografía revelada utilizada en conductometría (Dr. Javier Araujo)

9.1.2 Radiología digital directa

Emplea como receptor de rayos X un captador rígido habitualmente conectado a un cable a través del cual la información captada por el receptor es enviada al ordenador también conocido como radiovisiografo. no requiere ningún tipo de escaneado tras la exposición a los rayos X, sino que el propio sistema realiza automáticamente el proceso informático y la obtención de la imagen. El sensor está formado por una estructura de celdillas o píxeles fotosensibles capaces de almacenar fotones, y que convierten la señal luminosa que reciben en una señal eléctrica de intensidad proporcional, enviando la señal a través de un conversor, la señal emitida será traducida en un código binario proporcionando un determinado nivel en escala de grises para formar la imagen.^{17,40,41,42}

En la actualidad existen diferentes tipos de sistemas entre otros:

- RDD Kodak RVG 6500 (Carestream Kodak Dental Systems Group), 1990-2100dIIs
- Dexis(Dexis Digital X-Ray), 3750 dIIs
- Image RAYi (Dentrix), 450-950 dIIs



Figura 54. RDD Kodak RVG 6500 (Carestream Kodak Dental Systems Group),
(http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&cPath=52&products_id=1405&language=sp)

9.1.3 Radiología digital indirecta

Emplea placas de aspecto similar a las películas radiográficas convencionales pero compuestas por una emulsión cristalina de fluoro haluro de bario enriquecido con Europio. Esta emulsión es sensible a la radiación. Los rayos X provocan la excitación y liberación de un electrón del Europio, que es captado por una vacante halógena del fósforo de almacenamiento. Las vacantes electrónicas y los electrones captados se recombinan y causan luminiscencia, convirtiendo los rayos X en energía latente almacenada. La energía, en forma de luz, es captada por un tubo fotomultiplicador y transformada en señal eléctrica. Finalmente, la señal resultante es convertida en digital mediante un conversor analógico-digital, determinando el valor de los tonos de grises formando así la imagen radiográfica.^{17,40,41,42}

En la actualidad, podemos encontrar diferentes sistemas de placas de fósforo en el mercado por mencionar algunos:

- Kavo ® Digora (Soredex, Helsinki, Finland).
- Cd-dent (Antes Digi-Dent, Orex, Yokneam, Israel).
- DenOptix (Gendex, Dentsply, Milan, Italy).



Figura 55. escáner del sistema Kavo® Digora optime UV(<https://www.qwueri.com/Companies/Soredex>)

Tabla 6. Comparación entre las diferentes formas de obtención de radiografías en odontología.

Tipo de radiografía	Ventajas	Desventajas
<i>Análoga</i>	Económica. Fácil de manipular. Valor Legal. Inalterable.	El revelado es con líquidos tóxicos que se ven afectados por tiempo de uso y temperatura.
<i>RDD</i>	Obtención de la imagen más rápida Exposición a la radiación menor. Elimina los residuos del plomo. Mayor resolución.	Aparato costoso y muy sensible. El tamaño del sensor es mas grueso que una placa convencional y puede ser más molesto. No se considera como evidencia legal. Problemas con el control de infecciones.
<i>RDI</i>	Ausencia de cables. Menor radiación. Menor grosor de la placa. Mayor similitud con la Rx análoga.	Requiere de un equipo especializado como son las placas y el scanner. Tiene una menor resolución que la RDD. En el proceso del escaneo puede sufrir distorsiones. Sin valor legal.

- Radiografías dentales

En la práctica odontológica el uso de los diferentes tipos de radiografías dentales favorece y propicia la obtención de un diagnóstico. Las diferentes radiografías utilizadas son:

- 1.- Periapical
- 2.- Interproximal o de aleta mordible
- 3.- Panorámica
- 4.- Oclusal

Siendo las radiografías periapicales las más utilizadas en la endodoncia para el diagnóstico y valoración del tratamiento mismo.

Valorando en el diente:

- Corona: Caries, fracturas, alteraciones anatómicas, restauraciones, calcificaciones pulpares.
- Tercio cervical y medio de la raíz: Fracturas, reabsorciones y alteraciones morfológicas, elementos de obturación, calcificaciones y materiales endodónticos.
- Apical: Fractura, reabsorciones, hipercementosis y el estadio de desarrollo de la raíz.²⁰

Valorando en los tejidos periapicales:

- Furca: Lesiones de origen endodóntico, perforaciones y lesiones de origen extraendodóntico.
- Áreas laterales: Lesiones y fracturas.
- Periapical: Lesiones, displacias óseas.²⁰

- Radiografía Periapical

La radiografía periapical es una técnica exploratoria radiográfica intraoral. Su objetivo es ver los ápices dentales, la punta de las raíces, y la zona de alrededor de ellos, de aquí su nombre peri (alrededor) y apical (de ápice)^{19,40}. Para realizar la radiografía periapical se pueden utilizar dos técnicas diferentes: bisección y paralelismo, dependiendo de cómo se coloca la placa y del ángulo de incidencia sobre ella del haz de rayos. Para la toma de estas se puede utilizar diferentes tipos de posicionadores como son:

- Snap
- Endo-Ray (Fig. 56)
- XCP (Fig.57)



Imagen 56. Endo-Ray® de la casa comercial RINN



Imagen 57. Kit de XCP para dientes anteriores y posteriores de la casa Dentsply.

Tabla 7. Radiografías dentales más usadas para el diagnóstico.

TECNICA	VENTAJA	DESVENTAJA	USO
PERIAPICAL	Imagen proyectada más fiel.	Dependiendo de la técnica usara diferentes aditamentos para la toma de la misma. Incomoda dependiendo de la técnica.	Muestra un área específica, ideal para la valoración en endodoncia.
INTERPROXIMAL O DE ALETA MORDIBLE	Cómoda y fácil manipulación.	Requiere de aditamentos para su toma, puede presentarse una mayor elongación debido a la angulación.	Diagnóstico de caries interproximal, para el estudio de cresta ósea interproximal y restauraciones.
ORTOPANTOMOGRAMIA	Menor exposición a la radiación.	Requiere un ortopantomografo, hay una mayor distorsión en la imagen	Valoración de todas las estructuras bucales en una sola radiografía.
OCLUSAL	Auxiliar en el diagnóstico de lesiones, fracturas. Recomendada en pacientes con trismus.	Requiere de un mayor tiempo de exposición, incómoda para el operador. Fácil de obtener imagen fuera de foco	Permite el estudio de las arcadas, para el estudio de dientes incluidos y su orientación

9.2 Centellograma

También conocida como cintigrafía, es un método de investigación clínica de imagen con elemento contrastante, consiste en la aplicación endovenosa o ingestión de una sustancia radioactiva que por lo general es el Tecnecio, el cual tiene afinidad selectiva para determinados órganos y tejidos. Para la valoración de este estudio se requiere del uso de una cámara de centellografía también conocido como cámara gama.¹⁸

Las áreas con mayor concentración del radiofármaco se consideran hipercaptantes y pueden presentarse como imágenes ennegrecidas o con una tonalidad más “cálida” (Fig. 57). Es muy sensible para una gran variedad de anormalidades óseas y de tejidos blandos, como problemas dentales, tumores benignos o malignos, quistes, traumatismos, osteomielitis, artritis, estados postquirúrgicos y desórdenes metabólicos y en el caso de la endodoncia esta técnica se utiliza cuando las pruebas térmicas, mecánicas y fisiométricas presentan resultados dudosos o poco confiables.^{18,43}

Su uso se basa en la alta sensibilidad en las etapas iniciales de los cambios metabólicos del organismo, revelando alteraciones funcionales en órganos que presentan mayor concentración del fármaco.^{18,43}

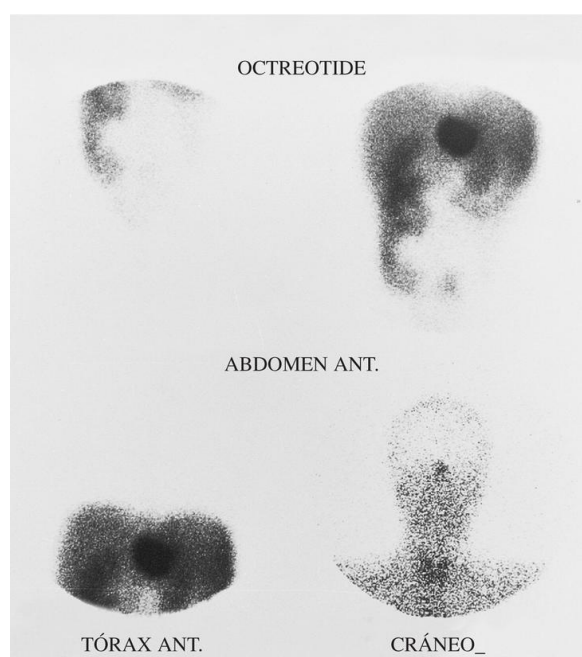


Figura 58. centellografía con la utilización del radiofármaco Octreotide con la proyección de diferentes partes del cuerpo y su concentración(<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-medicina-nuclear-e-125-articulo-gammagrafia-osea-pediatria-13063076>)

9.3 Termografía

También es conocida como teletermografía, termología o termografía infrarroja. Consiste en una proyección de una imagen en la que muestra el aumento o disminución de la microcirculación en la región afectada y así poder evaluar objetivamente el dolor.¹⁸

La termografía infrarroja (TIR) es una herramienta sencilla, no invasiva y de bajo costo, que facilita datos muy valiosos para determinar si continuar o no con estudios más específicos. Al no utilizar radiaciones de ningún tipo, puede utilizarse en niños y embarazadas sin riesgo alguno. Esta técnica comenzó a utilizarse en el ámbito médico en los años 60, pero debido a los malos resultados como herramienta diagnóstica y a la falta de protocolos estandarizado dejó de utilizarse por disponer de otras técnicas diagnósticas más precisas. En los años 2009 y 2010, la TIR se hizo muy popular por su utilización como medida preventiva ante los incrementos de enfermedades gripales y de vías respiratorias (Fig.59) en aeropuertos y estancias de seguridad nacional.^{44,45,46}

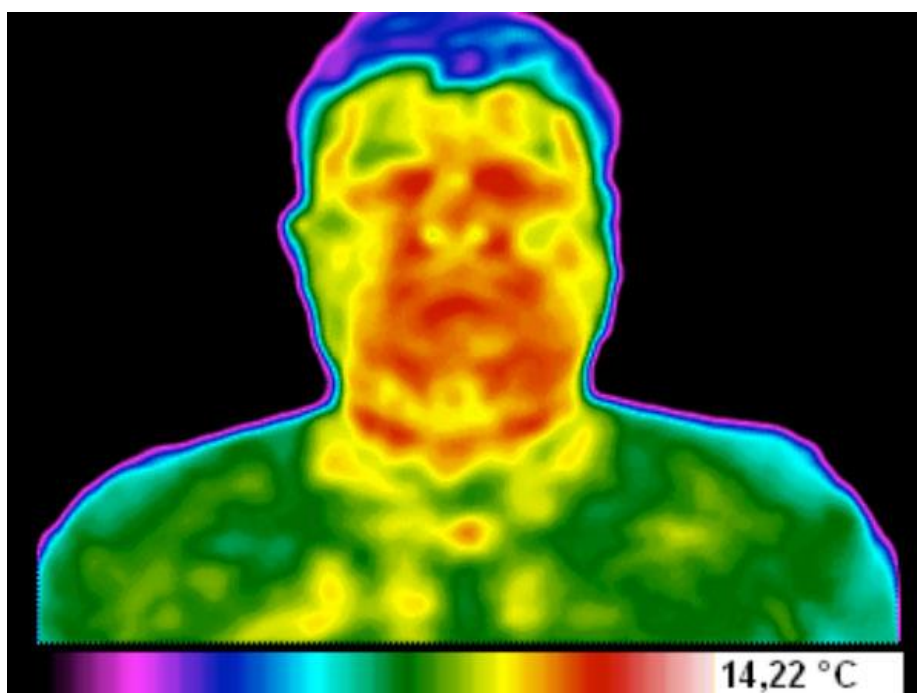


Figura 59. Paciente diagnosticado con rinitis aguda valorado con termografía (<http://www.humanvethermography.com/en/cases>)

Está basada en el principio de que todo objeto emite calor en forma de radiación electromagnética, y es por esto que solo es captable a través de una cámara infrarroja. Es así como se observa las regiones álgidas como áreas hiper o hipotérmicas, en diferentes grados y formas indicando un aumento o disminución del flujo sanguíneo. Se debe recordar que cuando se presenta una Pulpitis irreversible, hay un incremento de presión y de flujo sanguíneo, por lo que en una termografía la zona se verá más cálida y en el caso de la endodoncia al no haber suministro sanguíneo se observara una zona “muerta” es decir que no irradia calor.^{42,45,46}

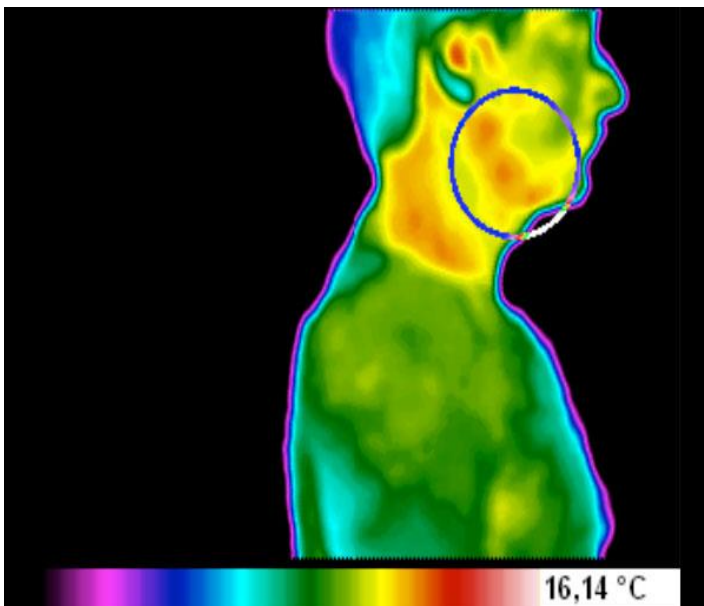


Figura 60. Termografía de paciente que refiere crecimiento de lado derecho del cuello. (<http://www.humanvethermography.com/en/cases>)

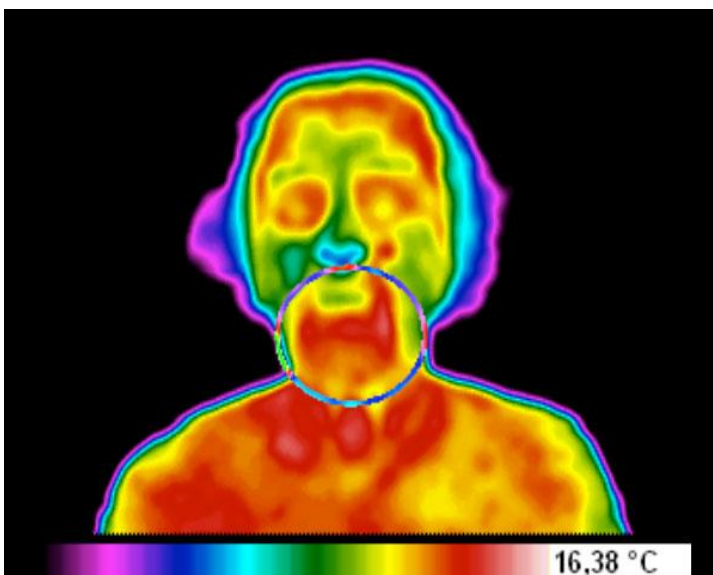


Figura 61. Termografía de paciente que es diagnosticado con un proceso de gingivitis. (<http://www.humanvethermography.com/en/cases>)

9.4 Tomografía Computarizada Cone Beam

La tomografía computarizada Cone Beam esta especialmente diseñada para producir imágenes de alta resolución e información tridimensional brindando imágenes o cortes en sentidos axiales, longitudinales y coronales para aplicaciones médicas y dentales, tiene ventajas en la detección de los signos clínicos y la precisión en el diagnóstico. Además, de ser un elemento no invasivo, reduce el tiempo de exploración y sobre todo reduce la dosis de radiación en comparación de la tomografía computarizada tradicional como de la utilización de radiografías análogas convencionales y a diferencia de las radiografías digitales este permite el estudio de todas las estructuras con una sola toma.^{47,48}

Los tomógrafos computarizados Cone Beam representan el desarrollo tecnológico de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente dedicado para la región dentomaxilofacial.^{47,48}

En la endodoncia se ha demostrado la utilidad de esta tomografía para el diagnóstico en:

- La observación de la enorme variación y complejidad del sistema de conductos radiculares, conductos accesorios y múltiples forámenes.
- Valoración de fracturas verticales.
- Perforaciones radiculares.
- Reabsorciones radiculares.
- Planificación para cirugías periapicales.
- Periodontitis apical.^{47,48}

- Anatomía de los conductos radiculares

El principal objetivo del tratamiento de conductos es la preparación mecánica y limpieza química de todo el sistema de conductos radiculares y dentina contaminada, seguida de una adecuada obturación. Esto se ve afectado por las múltiples variaciones anatómicas que pueden presentar los dientes, en una radiografía convencional solo podemos ver una proyección bidimensional de un objeto tridimensional. La proyección obtenida por el Cone Beam permite la manipulación de la imagen obteniendo cortes y permitiéndonos la valoración anatómica tridimensionalmente.^{48,49,50}

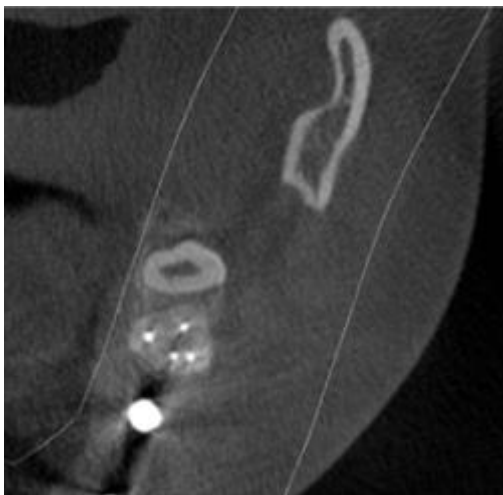


Figura 62. Rx de un primer molar superior con la entrada de 4 conductos marcada como puntos mas blancos Caso del postgrado de endodoncia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia)

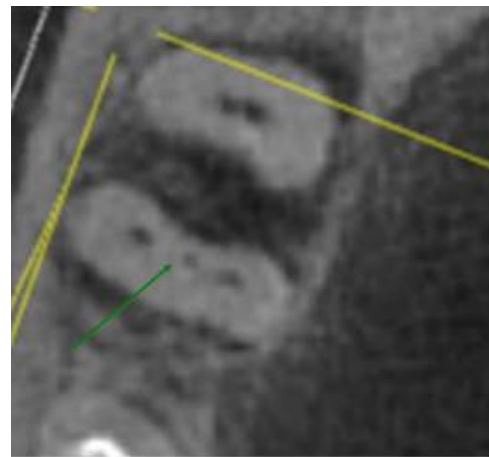


Figura 63. Rx de un primer molar inferior, presencia de un conducto medio mesial (Caso del postgrado de endodoncia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia)

- Fracturas radiculares

El diagnóstico de algunas fracturas radiculares en radiografías convencionales puede ser complicado, debido a la falta de signos y síntomas clínicos específicos. Una limitación es la superposición de otras estructuras adyacentes la cual limita la sensibilidad en la detección de fracturas longitudinales. Sin embargo, al realizar exploraciones con imágenes de la CBCT se puede observar con nitidez las fracturas que pueden estar presentes.^{48,49,50}



Figura 64. Rx panorámica de paciente con varios dientes fracturados. No se aprecia con nitidez las fracturas (caso clínico del Dr. Luis Raggio).

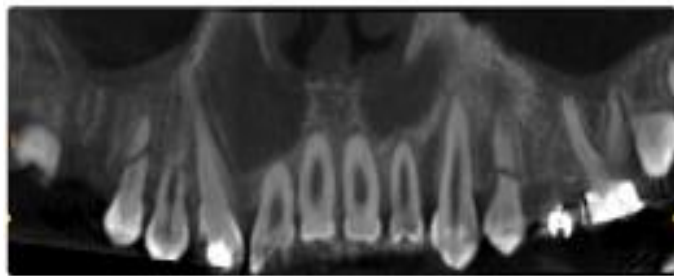


Figura 65. Tomografía cone beam del mismo paciente de la figura 64. donde quedan evidenciadas las fracturas radiculares de varias piezas dentarias (caso clínico del Dr. Luis Raggio).

- Perforación Radicular

La perforación radicular es la comunicación artificial entre el conducto radicular y los tejidos perirradiculares que puede ser debido a un proceso de reabsorción u ocasionada por iatrogenias al momento de realizar el acceso a la cámara pulpar. La detección radiográfica de la superficie vestibular o lingual es difícil, porque la imagen de la perforación esta la raíz sobrepuesta. Si se toma radiografías pre operativas en distintos ángulos puede facilitar la valoración. Sin embargo, la tomografía computarizada de Cone Beam, nos permite dar un diagnóstico más preciso en este tipo de lesiones.^{48,49,50}



Figura 66. Corte transversal de Primer molar superior, donde se observa la raíz palatina con obturación de conducto y poste, la raíz vestibular no obturada y a nivel de furca presencia de poste y persistencia de lesión periapical (Tomografía computarizada cone beam en endodoncia).

- Reabsorción radicular

La reabsorción radicular es una condición fisiológica o patológica asociada con la pérdida de estructura dental causada por las células clásticas (odontoclastos) que son estimuladas por motivos fisiológicos como son traumatismos y fuerzas aplicadas en ortodoncia. Frecuentemente se usan radiografías convencionales para diagnosticar y dar tratamiento. Pero el acortamiento apical, ampliación del conducto radicular y las zonas radiolúcidas externas a la raíz, no son detectables en etapas tempranas .^{49,51}



Figura 67. Caso post trauma en la que se observa reabsorción radicular a nivel periapical, ausencia de tabla ósea vestibular. (Tomografía computarizada cone beam en endodoncia)

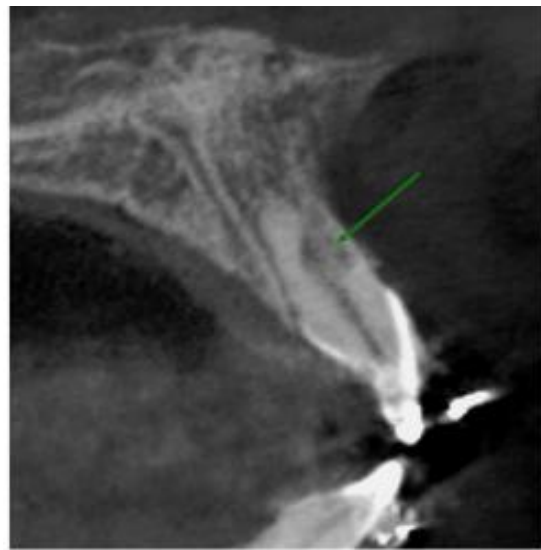


Figura 68. Caso post trauma en la que se observa reabsorción radicular externa. (Tomografía computarizada cone beam en endodoncia)

10. PRUEBAS ESPECIALES

Si tras la realización de las pruebas de sensibilidad y pruebas de vitalidad pulpar se obtiene respuestas que ocasionan irregularidades y confusión para lograr el correcto diagnóstico debido a falsos positivos, irradiación del estímulo, y contradicciones entre las pruebas que se presentaron a lo largo de la aplicación de las mismas y con la ayuda de las radiografías, se deberá realizar como último recurso dos pruebas específicas para identificar correctamente tanto el diente problema como la patología pulpar que presenta.^{17,18,19}

Las pruebas específicas son:

- Prueba de anestesia selectiva
- Prueba cavitaria

10.1 Prueba de anestesia selectiva

Está indicada en casos de pulpitis aguda irreversible, donde el paciente tiene un dolor difuso y no puede localizar el diente que provoca el dolor. Esta prueba inhibe a los pacientes de presentar dolor al momento del test, el objetivo es el anestésicar un solo diente a la vez hasta que el dolor desaparezca y se localice el diente específico. El problema reside en que después de realizar esta prueba, las pruebas pulpares de sensibilidad ya no podrán ser utilizadas.^{17,18,19}

Se debe de realizar la anestesia infiltrativa o intraligamentosa en la zona más posterior de la zona problema (Fig. 69), se debe de esperar 2 minutos como mínimo para la valoración del cese del dolor, de lo contrario se deberá continuar anestesiando el próximo diente, esta técnica no brinda utilidad en la identificación de dientes problema en mandíbula ya que no se puede anestésicar un diente individualmente, pero nos ayuda a identificar si el origen del dolor es maxilar o mandibular.^{17,18,19}



Figura 69. En la prueba de anestesia selectiva se inicia en la zona mas posterior.
(forum.dentalxp.com)

10.2 Prueba de Cavidad

También conocida como prueba cavitaria, esta es considerada como un último recurso para la evaluación de la vitalidad pulpar y se realiza únicamente cuando todos los métodos diagnósticos han fallado, es de carácter irreversible, invasivo y se debe realizar únicamente después de la explicación al paciente y su autorización.^{17,18,19}

Se realiza mediante el fresado a baja velocidad en el diente sin anestesia y sin irrigación (Fig.70), aquí la sensibilidad y respuesta del paciente serán un indicativo en la vitalidad pulpar. En caso de obtener respuesta se procederá a valorar si es el diente que ocasiona la molestia, en ser el caso se realizará la técnica de anestesia correspondiente y se continuará con el tratamiento, por lo contrario, si no se registra sensibilidad/dolor se procederá con la preparación de la cavidad hasta llegar a la cámara pulpar para realizar el tratamiento de necropulpectomia si se evidencia que la pulpa se encuentra en estado necrótico.^{17,18,19}

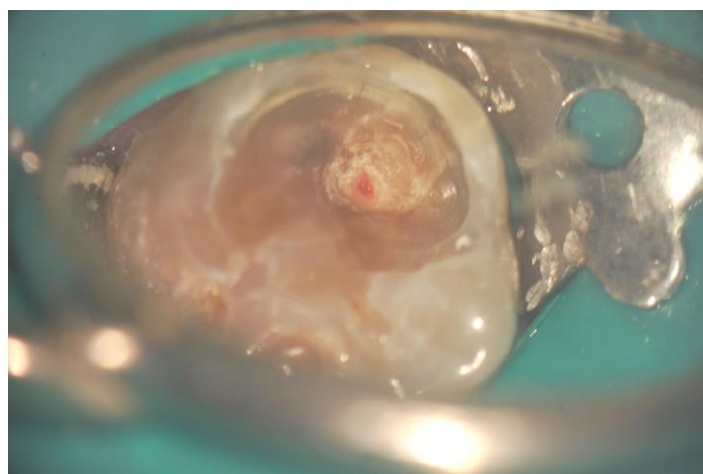


Figura 70. En la prueba de cavitación se realiza la eliminación de caries bajo aislamiento absoluto, pero sin anestesia, para la valoración de la sensibilidad y vitalidad del diente.
(forum.dentalxp.com)

CONCLUSIONES

- El cirujano dentista deberá de realizar una correcta historia clínica para determinar el diagnóstico del diente a tratar.
- Existe una gran variedad de pruebas de vitalidad pulpar para realizar un correcto diagnóstico y así poder brindar un tratamiento efectivo.
- La realización de una sola prueba diagnóstica puede llevar a realizar un mal diagnóstico y por ende un mal tratamiento.
- Su selección dependerá de varios factores como la edad del paciente, la anatomía y la estructura dental remanente
- Las pruebas de sensibilidad pulpar tienen como desventaja que solo miden la respuesta a estímulos relacionados a la presencia de tejido nervioso, pero no miden la vitalidad pulpar relacionada con la circulación sanguínea.
- Mientras que las pruebas de vitalidad se requiere aparatología de un costo elevado lo que dificulta en muchos casos la realización de estas pruebas.
- En la actualidad todas las pruebas presentan errores, limitaciones y carencias, especialmente en términos de precisión y fiabilidad, por lo que el operador deberá de realizar su interpretación lo más cuidadosa y minuciosa posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Canalda C. Sahli E., Aguade B. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. 3ª edición. España: Elsevier Masson; 2014.p. 1-10, 73-78.
2. Lasala A. Endodoncia. 4ª edición. Rio de Janeiro. Salvat; 1993.p. 52-63.
3. Moreno, C., & Prada, D. M. (2004). Fisiopatología del dolor clínico. *Guía Neurológica*, 3, 9-21.
4. Hernández Hernández E.; Riobos González, M. F.; Mena Alvarez, J. Aplicaciones del Ultrasonido en Endodoncia.Cient. Dent. 2013; 10; 1: 7-14.
5. William F. G. Fisiología médica. 16th ed. Mexico: Manual Moderno; 1998.p.158-168.
6. Berman, L., Cohen, S. and Hargreaves, K. *Vías de la pulpa*. 10ª edición Barcelona: Elsevier Masson. 2011; p. 49-69
7. Raff, H., Levitzky, M., Rivera Muñoz, B. and Arias Rebatet, G. (2011). *Fisiología médica un enfoque por aparatos y sistemas*. México D.F: McGraw Hill Education, pp.115-123.
8. Machado, M. *Endodoncia de la biología a la técnica*. Colombia: Amolca, 2009 pp.1-107.
9. Gartner, L. and Hiatt, J. (2008). *Texto atlas de histología*. 3rd ed. México: McGraw-Hill Interamericana, pp.367-375.
10. Tapia Jurado, J. (2007). *Manual de procedimientos medico quirúrgicos para el médico general*. Humanes de Madrid: CEP.
11. Angela LM. El interrogatorio o anamnesis con enfoque odontológico. Venezuela; Editorial DISINLIMED. 1996. P17-25.
12. Fernando G, Carlos AA. La historia clínica: elemento fundamental del acto médico. Rev Colomb Cir. 2011.p. 15-24.
13. Rev Mex Patol Clin. Norma oficial NOM-168-SSA1-1998, Vol. 47, Núm. 4, pp 245-253 • Octubre - diciembre, 2000.
14. Raimundo LLN, Gabriel PG. Propedéutica clínica y semiología médica Tomo 1. 1º edición. La Habana, Cuba; Editorial Ciencias médicas. 2003. P. 7-11.
15. Gustavo F. Diagnostico pulpar septum diagnose. Odontología clínica. UNAM. 2009. PP.10-16
16. Lumley, P., Adams, N., Tomson, P. and Schiemann, P. *Práctica clínica en endodoncia*. Madrid: Ripan; 2009.p. 9-11

17. Rao, R. and Jo Chau, S. (2011). *Endodoncia avanzada*. 1st ed. Caracas, Venezuela: Amolca, Actualidades Médicas, CA., pp.1-27.
18. Bottino, M. and Pellizzari Alonso, M. *Endodoncia nuevas tendencias 3*. São Paulo: Artes Médicas.2008. p. 1-12
19. Torabinejad, M. and Walton, R. *Endodoncia principios y técnica*. 4ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2010.p. 69-93
20. Soares, I., Goldberg, F. and González, M. *Endodoncia técnica y fundamentos*. 2ed. Argentina: Médica Panamericana;2012.p. 29-47
21. Eugene C, Paul V A. Dental pulp testing: A review. International Journal of Dentistry Published online 2009 Nov 12. doi: [10.1155/2009/365785](https://doi.org/10.1155/2009/365785)
22. Coltene/Whaledent inc.Endo Ice refrigerant spray, safety data sheet, February 2015,48200B. P/N 90623-294 REVISION: A ECO: 13312
23. Coltene/Whaledent inc. Endo Frost refrigerant spray, safety data sheet, February 2018, No 1907/2006
24. Jose Eduardo OC. Láser Doppler y su uso en la odontología. Revista ADM.2016;73(5):241-244
25. Wilder-Smith PE. A new method for the noninvasive measurement of pulpal blood flow. Int Endod J. 1988; 21: 307-312.
26. Bonner RF, Clem TR, Bowen PD. Laser-Doppler continuous realtime monitor of pulsatile and mean blood flow in tissue microcirculation. In: Chen SH, Chu B, Nossal R. Scattering techniques applied to supramolecular and nonequilibrium systems. New York: Plenum; 1992. pp. 685-702.
27. Firestone AR, Wheatley AM, Thüer UW. Measurement of blood perfusion in the dental pulp with laser Doppler flowmetry. Int J Microcirc Clin Exp. 1997; 17 (6): 298-304.
28. Emshoff R, Emshoff I, Moschen I, Strobl H. Laser Doppler flow measurements of pulpal blood flow and severity of dental injury. Int Endod J. 2004; 37: 463-467.
29. E. Berutti, M Galgiani. Manual de Endodoncia. 2ª edición. Italia: Amolca;2017. p. 115-206.
30. Organización Mundial de la Salud. Manual de oximetría de pulso global. 2010.p. 8-15.

31. Celso LC, Fernando BB, Mariana CI, Carmen VA. Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dental Traumatology*. 2016; doi: 10.1111/edt.12279
32. H. KARAYILMAZ & Z. KIRZIOG. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth.
33. Jafarzadeh H, Rosenberg PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. *J Endod*. 2009;35:329–333
34. Radhakrishnan S, Munshi AK, Hedge AM. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. *J Clin PediatrDent*. 2002;26:141–145.
35. Gopikrishna V, Kandaswamy D, Gupta T. Assessment of the efficacy of an indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. *Indian J Dent Res* 2006;17:111–113
36. Jessica R, Scott JH, Christopher J S, Jason WS. Detection of Pulpal Blood Flow In Vivo with Pulse Oximetry in Dogs. *Front. Vet. Sci.*, 20 May 2016
37. Kely FB, Fernando BB, WilsonTF. Oxygen Saturation in the Dental Pulp of Permanent Teeth:A Critical Review. Department of Endodontics, School of Dentistry, Universidade Paulista, Goiania, Goias, Brazil; 2014
38. Gutiérrez C, Olga L, Pulido C M. EL DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES: SOLUCIONES FACTIBLES AL DILEMA SALUD ENFERMEDAD DESDE LA PERSPECTIVA CTS. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXIV, núm. 1, enero-marzo, 2009, pp. 32-51.
39. Passarielo G, Mora F, eds. Imágenes Médicas: adquisición, análisis, procesamiento e interpretación. Venezuela: Equinoccio, Ediciones de la Universidad Simón Bolívar;1995
40. Barbieri Petrelli G, Flores Guillén J, Escribano Bermejo M, Discepoli N. Actualización en radiología dental Radiología convencional Vs digital. *Av. Odontoestomatol* 2006; 22-2: 131-139.
41. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18different X-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:485-9.
42. Cowen AR, Davies AG, Sivananthan MU. The design and imaging characteristics of dynamic, solidstate, flatpanel xray image detectors for digital fluoroscopy and fluorography. *Clin Radiol*. 2008;63:107385.
43. M. Mitjavila, MA. Balsa, I. Roca. Gammagrafía ósea en pediatría. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol* 2004;23:289-302. Vol. 23. Núm. 4. Julio 2004

44. Howell KJ, Smith RE. Guidelines for specifying and testing a thermal camera for medical applications. *Thermology International* 2009;1.
45. Ring E, McEvoy H, Jung A, Zuber J, Machin G. New standards for devices used for the measurement of human body temperature. *Journal of Medical Engineering & Technology*. 2010;34(4):249-53.
46. Hidalgo ES. Álvarez FG. Salvador LA. Aplicación de la termografía infrarroja en medicina legal. ¿Prueba valida para la objetivación de los síndromes dolorosos? *Disfuncion temporomandibular*. *Cuad Med Forense*. 2014;20(2-3):77-84
47. Kiarudi A, Eghbal M, Safi Y, Aghdasi M, Fazlyab M. The Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics: A Review of Literature. *Iranian Endodontic Journal*. 2015, 10(1): 16-25.
48. Oviedo Muñoz P, Hernández-Añaños JF. Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia. *Rev Estomatol Herediana*. 2012; 22(1):59-64
49. Rhodes J, Ford T, Lynch J, Liepins P, Curtis R. Microcomputed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int.End. J*. 1999;32: 165 -70
50. Patel S, Dawood A, Whaites E. New dimensions in endodontic imaging: Part 1 Convencional and alternative radiographic systems. *Int End J*. 2009; 42:447-462
51. Estrela C. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod*. 2009; 35: 1491-7.