

19

1093



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Odontología

**APLICACION DE LA RADIOLOGIA EN LA
ODONTOLOGIA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

ROMAN ROBERTO ZUMAYA PEREZ

MEXICO, D. F.

1979

15450



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

PROLOGO.

INTRODUCCION.

I.- Historia de los Rayos X.

II.- Radiactividad y Radiación.

1.- Radiactividad.

2.- Radiación.

A.- Aplicación de la Radiación.

III.- Aplicación de la Radiología en la Odontología.

1.- Radiología.

2.- Rayos X.

3.- Producción de Rayos X.

4.- Propiedades de los Rayos X.

IV.- Radiografía.

1.- Definición.

2.- Formación de las Imágenes Radiográficas.

3.- Calidad radiográfica.

4.- Características de las placas radiográficas.

5.- Cuarto Oscuro.

A.- Procesado y química del cuarto oscuro.

V.- Radiografías Intraorales.

- 1.- Periapical.
- 2.- Interproximal.
- 3.- Oclusal.

VI.- Técnicas Extraorales.

- 1.- Proyecciones Maxilares Oblicuas.
- 2.- Proyecciones Condileas Laterales.
- 3.- Proyección de la ATM.
- 4.- Técnica Cefalométrica.

VII.- Protección Radiológica.

VIII.- Apéndice.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

PROLOGO

La Radiología es un método de examen objetivo para el diagnóstico en todas las ramas de la Odontología, ya sea en mayor o menor grado, se puede considerar como imprescindible.

Al presentar este texto es con el propósito de exponer lo eficaz de la radiación X, tomando en cuenta la dimensión de su contribución a la Odontología.

Es necesario tener conocimientos sobre los efectos que puede producir la radiación ionizante en los tejidos vivos, y así tomar las medidas preceptorias necesarias para proteger al paciente de la exposición radiológica.

Espero que el presente trabajo motive al operador de rayos X, hacia una nueva visión con respecto al uso y limitaciones de la radiación ionizante en la Odontología.

INTRODUCCION

El presente trabajo es una interacción de capítulos cuya finalidad es poner en manifiesto la importancia del uso de la Radiología en la Odontología.

El uso en cada una de las ramas de la Odontología de la Radiación X es importante como auxiliar para el pronóstico-diagnóstico para cada plan de tratamiento determinado; el uso de Radiología se puede considerar como imprescindible como coadyuvante en un diagnóstico correcto.

El capítulo I, trata sobre el descubrimiento de los Rayos X, hecho por Wilhem Konrad Roentgen en 1895.

La Radiactividad y la Radiación son diferenciadas en el capítulo II, así como la aplicación de ésta última.

La radiología es definida en el capítulo III, y la aplicación de ésta para el estudio radiográfico en cada una de las ramas de la Odontología. En este capítulo se observará la importancia del uso de la Radiación X para un pronóstico correcto y tratamiento adecuado para un determinado padecimiento.

El procedimiento para la producción de los Rayos X, y propiedades generales de éstos también integran éste capítulo.

La definición de Radiografía, la formación de la imagen radiográfica, la calidad radiográfica, las características de las placas ra-

daigráficas, así como el cuarto oscuro y procesamiento de las películas son expuestos en el capítulo IV. En este capítulo se verá la relación de todos estos puntos para evitar de cierta manera, la exposición de más a la radiación X del paciente.

Las técnicas intraorales en el capítulo V son analizadas. La técnica Periapical, con sus dos procedimientos: Bisección y Paralelización.

La técnica Interproximal y Oclusal, su aplicación y procedimiento para su radioproyección son incluidas en éste capítulo.

El capítulo VI, abarca las técnicas extraorales tales como: proyecciones maxilares oblicuas, condileas laterales, de la ATM y técnica cefalométrica. Así como sus indicaciones de cada una de ellas.

En el capítulo VII se señala la Protección Radiológica. Las medidas para minimizar la exposición de la radiación ionizante tanto para paciente como para el operador y sus ayudantes, los cuales estén cerca de donde son emitidos los rayos X.

El apéndice comprende el capítulo VII, cuya finalidad es especificar un término existente en el texto.

Finalmente, uniendo los puntos de vista de cada uno de los capítulos expuestos en el presente trabajo se realizan las conclusiones, expresando un punto de vista personal basado en la interpretación de cada uno de dichos capítulos.

I.- Historia de los Rayos X.

Wilhem Konrad Roentgen de Wurzburg (Baviera), en 1895 entonces director del Instituto de Física y rector de la Universidad de Wurzburg, había estado trabajando con rayos catódicos. Roentgen estaba experimentando con un aparato que, sin saberlo él, provocaba la emisión de rayos-X como subproducto.

Acostumbrado a la oscuridad del laboratorio, observó que siempre cuando el aparato estaba trabajado, un pedazo de cartón revestido de un producto químico el cual se encontraba sobre la mesa, brillaba con luz verdosa pálida. Al principio Roentgen solo observó un hecho: la producción involuntaria de una forma desconocida hasta entonces de energía radiante que era invisible, productora de fluorescencia¹ y con la propiedad de atravesar objetos opacos a la luz. Cuando puso su mano entre la fuente del haz de radiaciones y el cartón iluminado, observó los huesos de sus dedos dentro de la sombra de su mano.

Roentgen inició una serie de experimentos brillantes los cuales le capacitaron para describir durante las seis siguientes semanas casi todas las propiedades de los rayos con la propiedad de producir fluorescencia.

Encontró transparentes, en grados distintos a los rayos, al papel y los paquetes de cartas, una hoja de estaño era transparente; pero al colocar varias capas de ellas entre el tubo y la pantalla fluorescente producían sombra. La madera, el hule duro y el vidrio sin plomo, eran relativamente transparentes. El agua y otros líquidos eran transparentes, más la mayoría de las placas metálicas de un espesor superior a unos

cuantos mm. eran opacos. Roentgen usó la expresi3n rayos, y para distin--
guirlos de otros los llamó X.

Llegó a la conclusi3n: la transparencia de diferentes sustancias
del mismo espesor está condicionada esencialmente por su densidad. Más -
los siguientes experimentos muestran que la densidad no era la única cau--
sa.

Examinó la transparencia de placas de vidrio, aluminio, calcita-
y cuarzo, todas ellas casi del mismo espesor. Pero aunque la densidad -
de todas estas sustancias es casi la misma, se podía notar a la calcita -
menos transparente de las otras sustancias cuya apariencia era casi exac--
tamente la misma.

Determinó que la fluorescencia del cianuro de bario platinado -
no era el único efecto reconocible de los rayos X, demostró también la -
propiedad de otros cuerpos de ser fluorescentes; por ejemplo: los compues--
tos de calcio, el vidrio ordinario, la calcita, etc. Demuestra después la
propiedad de los rayos X de hacer a las placas fotográficas se obscuras--
can de haber sido expuestas a los rayos y de revelarlas. Dio la idea de
la producción de calor cuando son absorbidos, y a la vez señaló no haber--
podido detectar tal efecto. También descubrió: la retina del ojo humano
no es capaz de detectar estos rayos.

Intento observar y medir la refracci3n de los rayos en diferen--
tes clases de prismas. No observó ninguna refracci3n y señaló imposible--
construir lentes para enfocar los rayos.

Comparo la conducta de los rayos X con la de los catódicos cuando se habían hecho pasar a través de láminas delgadas colocadas en el extremo del tubo de rayos catódicos. Los rayos X penetraban dos o más metros en el aire mientras los rayos catódicos, penetraban tan solo unos cuantos centímetros.

Otra diferencia de mayor importancia entre los rayos catódicos y los rayos X, a pesar de haberlo intentado muchas veces, desviar los rayos X por un imán, aún en campos magnéticos muy intensos.

De acuerdo con los experimentos diseñados por Roentgen para investigar esta cuestión, la mancha de mayor fluorescencia sobre la pared del tubo de descarga, la considero como el centro principal del que los rayos X radian en todas direcciones; si los rayos catódicos son desviados dentro del aparato de descarga por medio de un imán, observa que los rayos X provienen de otra mancha de la cual es el nuevo término de los rayos catódicos. Esta es la razón por la cual los rayos X no pueden ser deflectados (por campos magnéticos) y por lo tanto no pueden ser simplemente rayos catódicos transmitidos o reflejados sin cambio por la pared de vidrio. Por lo tanto llego a la conclusión: los rayos X y los rayos catódicos no son idénticos, aunque producidos por éstos en la pared de vidrio de un tubo al vacío.

Tomó fotografías de huesos de la mano, de alambre enrollado cubierto con una caja de madera, de pasas encerradas en una caja, etc. Preparo el camino para dos aplicaciones técnicas, sorprendentemente fructíferas, de los rayos X, en el diagnóstico de los huesos fracturados y de ciertas enfermedades y el análisis no destructivo de fundiciones metálicas.

Roentgen señala las siguientes propiedades de los rayos X:

- no son, aparentemente refractados
- no son reflejados
- no son polarizables y
- son absorbidos por los materiales más o menos en proporción de la densidad de cada material, (la explicación a esto, se comprobó después; el número atómico mientras más alto sea, existen más electrones y la absorción de los rayos X está íntimamente relacionada con la cantidad de electrones en una sustancia).

Así, unas semanas después de su descubrimiento inicial, Roentgen había ya establecido cuidadosamente muchas características importantes de los rayos X, Roentgen pasó muchos trabajos para demostrar la diferencia - de los rayos X de no ser como los rayos catódicos; tienen una penetración mayor, no son desviados por campos eléctricos ni por campos magnéticos.

No pasó mucho tiempo antes de ser aceptados los rayos X como semejantes a las ondas de luz, pero de una longitud de onda extremadamente-pequeña.

Seis años más tarde en 1901 se atribuyó a Roentgen el Primer Premio Nobel de Física por su descubrimiento.

II.- Radiactividad y Radiación.

1.- Radiactividad.- Fenómeno cuyo origen se encuentra en la inestabilidad del núcleo de cierto átomos, en virtud del cual el núcleo experimenta transición o transformación espontánea, pero marcadamente retardada, con la consiguiente emisión de radiación.

2.- Radiación.- Emisión y propagación de energía; la misma energía emitida. La etimología de la palabra supone que la energía se propaga rectilineamente y, en sentido limitado.

Las radiaciones pueden ser de naturaleza electromagnética (radiaciones ondulatorias) o, en la emisión y propagación de partículas (radiación corpuscular). No obstante la mecánica ondulatoria sintetiza las dos clases de radiaciones en una.

A.- Aplicación de la Radiación.

La aplicación de la radiación en el campo científico es bastante considerable, se utiliza en diversos aspectos tales como:

- a.- Terapéutica-radiográfica industrial y artística.
- b.- Diagnóstico y terapéuticas médicas.
- c.- Espectroscopía (identificación de elementos).
- d.- Fotoquímica (ionización de sustancias químicas).
- e.- Radiobiología (modificaciones experimentales en células y tejidos).
- f.- Cristalografía (análisis de la estructura molecular).
- g.- Esterilización (conservación de alimentos).
- h.- Producción de energía (luz visible).
- i.- Comunicaciones (radar, televisión).
- j.- En Física Nuclear y Química Nuclear.

III.- Aplicación de la Radiología en la Odontología.

1.- La Radiología se ocupa del estudio de las radiaciones de una manera genérica.

La Radiología Médica se ocupa de las radiaciones en cuanto pueden ser aplicadas al diagnóstico-pronóstico o afecciones del organismo.

Aplicación de la Radiología en la Odontología.

A).- Prótesis Fija.

En prótesis fija las radiografías proporcionan información sobre la altura del hueso alveolar, la longitud, número, forma y tamaño de las raíces de los dientes y, mediante medición, la relación corona-raíz. Esta relación corona-raíz, se considera de acuerdo con la extensión del soporte periodontal efectivo, junto con otros factores y se apreciarán en el examen clínico, sirviendo de guía al operador para seleccionar el número de pilares los cuales se necesitan y, para decidir si es o no necesario incluir dientes contiguos a los pilares para ofrecer a la prótesis un apoyo periodontal conveniente.

B).- Prótesis Parcial Removible.

En prótesis removible, la interpretación radiográfica es relativa al pronóstico de los dientes futuros utilizados como pilares.

Además para observar la densidad, calidad y la cantidad de hueso. Para observar la lámina dura alveolar la cual reviste los alvéolos de los

dientes. La morfología radicular, determina en gran medida, la capacidad de un posible diente pilar de resistir exitosamente las fuerzas sobregregadas de rotación ejercidas sobre él. Para determinar según la posición de los pilares, y puedan resistir la fuerza vertical y horizontales.

Para observar cambios de todos tipos los cuales sugieren interferencia desde alguna parte de la prótesis y determinar la naturaleza de tales interferencias y así, tomar las medidas para corregirlas.

C).- Oclusión.

El estudio radiográfico intraoral tiene por objeto el análisis de los tejidos dentarios y de sus estructuras de soporte, con fundamental interés en las manifestaciones funcionales: nivel óseo, hipercementosis radicular, dentina de compensación, reabsorciones y condensaciones del hueso alveolar, estado de la lámina dura y ligamento periodontal.

El estudio radiográfico de ATM, en las tres posiciones mandibulares de interés (postural, intercuspal y apertura máxima)⁺, sirve para ratificar los datos aportados por el estudio clínico. Se pueden observar limitaciones en el recorrido del cóndilo en la apertura máxima, y las

(+).- Postural: También llamada posición fisiológica; en ésta posición el paciente debe estar sentado en posición erguida, con cinta adhesiva marcada con un punto, colocada en la nariz y en el mentón. Los músculos de cuello y mandíbula no tensionados, deben estar en reposo. La relajación de los músculos masticadores, es imprescindible.
Intercuspal: También llamada oclusión máxima u oclusión céntrica. Es la relación de contacto interclusal de máximo engranamiento dentario. Es la relación de contacto interoclusal de máximo engranamiento dentario, punto terminal de todos los movimientos mandibulares con un componente craneal.
Apertura máxima: Es la medida entre los bordes incisales superior e inferior, la apertura bucal máxima es de 45-55 mm.

atrosis severas. También son visibles las discrepancias posicionales del cóndilo al pasar de la relación céntrica a la oclusión dentaria habitual o máxima.

En todos los casos de artritis (dolor afectando claramente a una articulación, se utiliza el término artritis) de las ATM, las radiografías constituyen elementos valiosos para el diagnóstico, plan de tratamiento, y comprobación de los resultados del tratamiento.

D).- Parodontia.

La radiografía es una ayuda valiosa en el diagnóstico de la enfermedad periodontal, la determinación del pronóstico y la evaluación del resultado del tratamiento. La imagen radiográfica es un producto de la superposición del diente, hueso y tejidos blandos en la trayectoria entre el cono del aparato de rayos X y la película. Las radiografías revelan las alteraciones en los tejidos calcificados; no revelan el estado real de la actividad celular, sino muestran efectos de la experiencia celular sobre el hueso y las raíces de los dientes. Los cambios en los tejidos blando demandan técnicas especiales las cuales todavía no pasan a la utilización clínica de rutina.

La valoración radiográfica de los cambios óseos en la enfermedad periodontal se basa en el aspecto del tabique interdentario, destrucción ósea, distribución de la pérdida ósea.

Las radiografías panorámicas son un método de obtener una visión general del arco dentario y estructuras vecinas. Son útiles para la detec

ción de anomalías de desarrollo, lesiones patológicas de dientes y maxilares y fracturas, y para el examen en serie de grupos de dientes numerosos. Proporcionan un cuadro radiográfico informativo general de la distribución y gravedad de la destrucción ósea en la enfermedad periodontal, pero se requiere la serie intrabucal completa para hacer el diagnóstico definitivo y el plan de tratamiento. La serie radiográfica debe contar con un mínimo de catorce películas intrabucales y radiografías de aleta mordible posteriores.

E).- Cirugía.

El examen radiográfico de dientes retenidos debe ser realizado según ciertas normas para ser de utilidad. Para encarar el problema quirúrgico no es suficiente una radiografía intraoral, tomada con reglas radiográficas precisas, imprescindibles para observar el diente a extraer.

Es necesario ubicar el diente según los tres planos del espacio; es necesario ver las cúspides y el ápice, y conocer las vecindades de estas porciones y de todo el diente con los órganos vecinos.

En ocasiones pueden existir ciertas condiciones las cuales impiden o dificultan la colocación intraoral de la película (trismus, procesos inflamatorios, intolerancia del paciente), en tales casos está indicada la radiografía extraoral.

En la radiografía de un tercer molar retenido se puede observar: relación del tercer molar retenido con el borde anterior de la rama ascendente, profundidad relativa del tercer molar en el hueso, forma de la corona, forma de las raíces, posición del molar.

La técnica radiográfica oclusal puede dar detalles de importancia, con relación a los pasos a seguir en la extracción del tercer molar retenido. Sirve para conocer la relación del molar con las tablas internas y externa y la distancia y cantidad de hueso entre las caras bucal y lingual con las caras interna y externa del maxilar. Las desviaciones del molar retenido en el sentido bucal, lingual o bucolingual, pueden ser registradas en esta forma radiográfica. Es preciso relacionar la radiografía intraoral (periapical) con la oclusal, para ubicar con exactitud el molar y conocer sus relaciones.

En la práctica diaria basta la radiografía intraoral (periapical), reservando la oclusal para aquellos casos de excepción (retención distoangular y buco-angular).

La radiografía postoperatoria es de gran utilidad, evita reoperar, usándola como controlador del acto quirúrgico. Muchos accidentes o complicaciones postoperatorias pueden ser evitadas.

F).- Operatoria Dental.

En la operatoria dental, las radiografías periapicales y de alenta mordible son usadas en esta rama de la Odontología.

Las radiografías periapicales se utilizan para observar las estructuras dentarias invadidas por la caries; se puede determinar si el proceso carioso está próximo a la cámara pulpar o si ya la ha invadido. Se observan las caries proximales de los dientes radioproyectados.

Además para ver restauraciones cementadas con respecto a su sellado y terminación gingival.

Las radiografías de aleta mordible se utilizan para detectar caries interproximales y para observar los puntos altos de restauraciones con respecto a los dientes antagonistas.

6).- Ortodancia.

El estudio radiográfico periapical es una necesidad para cualquier diagnóstico ortodóntico. De él puede conocerse la secuencia de erupción, ausencia congénita de dientes, retenciones dentarias, dientes supernumerarios, progreso en el desarrollo dentario.

Las radiografías interproximales, aunque esenciales para descubrir caries interproximales, son de poco uso en el análisis ortodónticos.

Las proyecciones maxilares laterales son útiles especialmente durante la dentición mixta, pues muestran la relación de los dientes entre sí y con su hueso de soporte. También son útiles para observar el estado de desarrollo y las posiciones relativas de erupción de los dientes individuales.

Las proyecciones oclusales son útiles para ubicar dientes supernumerarios en la línea media y para asegurar exactamente la posición de caninos superiores retenidos.

En las radiografías panorámicas, se puede visualizar, las relaciones de ambas denticiones, ambos maxilares y ambas articulaciones temporomandibulares, también se puede estudiar el estado de desarrollo relativo de los dientes y la reabsorción progresiva de los dientes primarios, y descubrir lesiones patológicas. La radiografía panorámica muestra agrandamiento diferencial y, por lo tanto, no puede usarse para la mayoría de las mediciones cefalométricas.

Una cefalografía es una radiografía de la cabeza y de la cara. -
La cefalografía tiene varios usos:

El estudio del crecimiento craneofacial.- Debido a la confiabilidad del método, los sujetos pueden ser examinados repetidamente, permitiendo comparaciones de los cefalogramas. Los estudios cefalométricos seriados de crecimiento, han sido un factor fundamental en la ampliación del conocimiento del crecimiento craneofacial.

Los análisis cefalométricos proporcionan el método más preciso del cual se dispone hoy para el diagnóstico de la deformidad craneofacial, porque revela las relaciones de las diversas partes de la cara y sus contribuciones a la deformidad. Sirve también para determinar el plan de tratamiento, permitiendo al ortodoncista hacer un plan, previo al tratamiento, de la posición deseada para cada diente dentro de un esqueleto craneofacial de un paciente determinado. También para la evaluación de casos tratados, respecto a la naturaleza de la recidiva ortodóntica y la estabilidad de las maloclusiones tratadas.

H).- Endodoncia.

En endodoncia se emplean las placas periapicales, procurando, ocupe el centro geométrico de la placa el diente en tratamiento y de ser posible al ápice y zona periapical a controlar no queden en el contorno o periferia de la placa radiográfica.

En casos especiales (necropulpotomía parcial, protección directa o indirecta pulpar) o cuando se desea conocer con más exactitud la topografía cameral se emplean las placas y la técnica interproximal.

Quando el tratamiento endodóntico se complementa con cirugía, - las placas oclusales son muy útiles y en ocasiones estrictamente necesarias.

Durante cualquier tratamiento de endodoncia, se recomienda tomar al menos cinco radiografías; se debe considerar a la región radiada, minimizando la radiación por medio de películas ultrarrápidas y disminuyendo el tiempo de exposición.

1a.- Preoperatoria. En ella se puede apreciar, las características anatómicas del diente; tamaño, número, forma y disposición de las raíces, tamaño y forma de la pulpa, lumen mesio-distal de los conductos, relaciones con el seno maxilar, conducto dentario inferior, agujero mento-niano, etc.

También se observan las lesiones patológicas: tamaño y forma de la cavidad o fractura, relación caries-pulpa, reabsorciones interna y ex-

terna, granulomas, quistes, dientes incluso los cuales pueden producir - erosión apical, dens in dente, etc..

Se pueden estudiar intervenciones endodónticas anteriores: obturaciones de conductos (insuficientes o sobreobturados, pulpotomías o momificaciones pulpares fracasadas, lesiones periapicales diversas).

2a.- Conductometría. Es la radiografía para medir la longitud - del diente y por lo tanto del conducto. Se obtiene después de insertar - en cada conducto una lima o un ensanchador.

En dientes posteriores o de varios conductos, se tomarán varias - radiografías, cambiando la angulación horizontal (ortorradiar, mesiorra- dial y distorradiar).

3a.- Conometría. Es la radiografía para obtener la posición del cono de gutapercha o plata seleccionado.

En los dientes con varios conductos, después de insertados cada- uno de los conos seleccionados, se tomarán varias radiografías cambiando - la angulación horizontal.

4a.- Condensación. Mediante ésta radiografía, se comprueba si - la obturación a quedado correcta, especialmente en su tercio apical, lle- gando al lugar deseado, sin sobrepasar el límite prefijado, ni dejar espa- cios muertos subcondensados. De esta manera y de ser necesario, podrá - rectificarse la obturación cuando no haya quedado como se había planeado.

5a.- Postoperatoria inmediata. Llamada también de control de obturación. En realidad tiene los mismos objetivos de la anterior, pero se toma después de quitar el aislamiento de grapa y dique y ofrecerá una visión de los tejidos periodontales y de la obturación más detallada, porque la colocación de la película es más fácil de conseguir para la radioproyección perilepical.

I).- Prostodoncia.

Debe considerarse imprescindible al examen de toda la boca, incluso los espacios desdentados, no solo como coadyuvante del examen clínico, del cual surge la indicación de edentar al paciente, sino también para descubrir los restos dentarios y focos en las zonas aparentemente desdentadas, facilitar el diagnóstico quirúrgico y completar el diagnóstico protético.

El estudio radiográfico de las ATM, en las posiciones postural, intercuspal y apertura máxima, sirven para observar si ha habido una disfunción de la articulación.

La posición de más interés en prostodoncia es la postural, también llamada posición fisiológica, en la cual el paciente debe estar en posición erguida, con cinta adhesiva marcada con un punto, colocada en la nariz y el mentón.

Los músculos del cuello y mandíbula no tensionados.

La relajación de los músculos masticadores, es imprescindible. En esta posición se radioproyecta la ATM y sirve para obtener una dimensión vertical más exacta.

2.- Rayos X.

La emisión de luz, infrarrojos, ultravioletas, de rayos X, o la proyección de electrones² están relacionadas con la nube electrónica la cual rodea al núcleo del átomo. Esta emisión no se produce naturalmente en un átomo o en una molécula en reposo, sino como consecuencia de una perturbación exterior que provea energía, o de una reacción química en la cual se libere energía, engendrada por la yuxtaposición de dos cuerpos ávidos uno del otro.

La luz emitida por un filamento incandescente de una lámpara eléctrica, se debe al calentamiento provocado por el paso de corriente, a la agitación de los átomos del filamento producido como consecuencia, y a la vibración de dichos átomos.

Los rayos X se originan en tubos al vacío, por electrones acelerados los cuales inciden sobre una superficie metálica y desprendiendo a los átomos de ese metal, los electrones orbitales de las capas internas.

Los fenómenos de radiación se manifiestan bajo dos aspectos: ondulatorio y corpuscular, aparentemente contradictorios aunque con idéntica realidad física, estos dos fenómenos se complementan.

La teoría ondulatoria de la radiación electromagnética la representa como una onda continúa, siendo generada por algún sistema de vibración. Dos propiedades importantes de la onda en movimientos son:

-Su velocidad, c , de todas las radiaciones electromagnéticas es la misma y es de $3 \cdot 10^8$ m/seg en el vacío.

-Su longitud de onda; la longitud de onda de una radiación electromagnética particular se indica por medio de la letra griega lambda, λ .

La teoría corpuscular es aquella en la cual la radiación se propaga por medio de partículas diminutas o cuantos ³.

De acuerdo con la teoría corpuscular o cuántica, en el átomo solo existen una serie de estados discontinuos de energía, llamados estados estacionarios, los cuales son los únicos en el sistema y los posee de una forma permanente. Cuando un átomo pasa de un estado de energía E_1 a otro E_2 se produce una emisión de radiación por el átomo, según sea E_1 mayor o menor que E_2 , respectivamente.

La frecuencia, ν , (número de ondas que pasan por un determinado punto en función del tiempo) de la radiación emitida por un sistema atómico está determinada exclusivamente por la magnitud de la variación de la energía total

$$\Delta E = h\nu$$

siendo h la constante de Plank, la cual tiene las dimensiones de una acción y cuyo valor es $6,624 \cdot 10^{-27}$ ergios/seg.⁴

La fracción de energía radiante, $h\nu$, recibe el nombre de fotón;⁵ de este concepto viene el nombre de la radiación corpuscular.

Se asigna a cada partícula en movimiento una onda asociada, cuya longitud de onda depende de la masa de la partícula, m , y de su velocidad, c :

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

según esta ecuación, los electrones ($m = 9,11 \cdot 10^{-28}$ g) animados de velocidades del orden de $10^7 - 10^9$ cm/seg poseen longitudes de onda típicas del espectro de rayos X.

Aplicando la ecuación anterior está implícita la relación fundamental de la relatividad, $E = mc^2$.

3.- Producción de rayos X.

El procedimiento más usual y práctico para producir rayos X está en el hecho de acelerar fuertemente una partícula con una masa muy pequeña poseedora de una considerable energía cinética⁶ y hacerla incidir sobre un material (metal), y parte de dicha energía se invierte en la producción de rayos X, merced a la perturbación del impacto producido en el estado energético de los átomos de dicho material.

Las partículas comunmente utilizadas para producir el bombardeo del material emisor son electrones, recibiendo el nombre de tubo de rayos X, al dispositivo correspondiente. Los electrones son emitidos por efecto termofónico⁷ en un filamento incandescente contra una partícula metáli-

ca, estos tubos de rayos X se llaman tubos de cátodo incandescente o de Coolidge.

Las partículas alfa⁸ y los protones⁹ también pueden ser empleados como proyectiles para excitar la radiación X, principalmente el espectro de longitudes de onda larga.

Un aparato para la producción de rayos X está compuesto de tres partes:

- A).- Cabeza del tubo, de la cual se generan los rayos X.
- B).- Cabina, contiene los reguladores.
- C).- Brazo, permite colocar en posición la cabeza del tubo.

A).- La cabeza del tubo contiene el tubo de rayos X, ésta es el componente más importante de toda la unidad de rayos X, pues dentro del tubo se produce la radiación X. Básicamente el tubo está constituido de tres partes principales:

- a.- Cubierta de vidrio.
- b.- Foco (ánodo).¹⁰
- c.- Filamento (cátodo).¹¹

La cubierta de vidrio contiene las otras dos partes (ánodo y cátodo) y es similar a la cubierta de vidrio de una bombilla ordinaria. Sin embargo la cubierta tiene plomo incorporado al vidrio excepto en la porción del tubo desde la cual sale el haz primario de rayos X. Esta abertura obturada por una chapa de aluminio, se conoce como ventana.

La finalidad del vidrio con plomo es inhibir el paso de los rayos X no empleados en el haz primario a través de la cubierta de vidrio.

El foco o ánodo, es de forma rectangular o circular y está compuesto de tungsteno. Se encuentra en un vástago de cobre en un extremo del tubo. En el otro extremo del tubo se encuentra un filamento en forma de espiral de tungsteno (cátodo) empotrado en una copa de enfoque de molibdeno.¹²

Cuando se presiona el botón activador de corriente eléctrica, se inicia la etapa de precalentamiento del cátodo.

Durante ésta etapa el filamento de tungsteno se calienta hasta que brilla gracias a una corriente de bajo voltaje¹³ de electricidad. Este efecto de brillantes o incandescencia, es una nube de electrones. El calentamiento ocasiona el mayor movimiento de los electrones de un átomo y por lo consiguiente el filamento se emplea de tungsteno debido por constituir una fuente excelente de electrones.

Una vez producida la cantidad deseada de electrones por el calentamiento del filamento, una carga de alto voltaje (que proviene de una línea de alto voltaje separada) dirige los electrones hacia el ánodo a la velocidad de la luz. El cátodo está rodeado por una pantalla metálica, llamada focalizador, abierta solo en la dirección de salida de los electrones hacia el ánodo, y mantenida en potencial negativo, con objeto de repelar los electrones cuya dirección no es hacia el ánodo y dirigirlos hacia éste. Estos electrones no encuentran interferencia de las moléculas del aire debido al vacío producido en el tubo.

El cátodo contiene la copa de enfoque, dirige los electrones liberados a una zona del ánodo conocida como punto focal o huella focal.

Los electrones viajan a alta velocidad desde el filamento de tungsteno, chocan con los electrones orbitarios de los átomos del ánodo.

Cuando un electron a alta velocidad se detiene súbitamente por el choque con otro electrón, cede su energía en forma de radiación X de alta energía (longitud de onda corta). Una colisión parcial u oblicua traerá como resultado que el electrón ceda solo una porción de su energía en forma de rayos X de baja energía (longitud de onda larga), al continuar en su trayectoria divergente.

El átomo inestable atrae un electrón para restaurar su equilibrio, esto es, si como consecuencia de una perturbación exterior, se logra suficiente energía como para arrancar un electrón, por ejemplo, sobre la capa K, el átomo residual se distribuye rápidamente. Un electrón de la capa L vendrá a reemplazar el electrón emitido.

El calor producido en el foco o ánodo durante la generación de rayos X, debe ser disipado tan pronto como sea posible por medio de un sistema refrigerante y evitar su fusión. Aunque el tungsteno posee un punto de fusión muy alto, el calentamiento excesivo puede causar la consiguiente fusión¹⁴ del ánodo.

Existen dos transformadores albergados en la unidad de la cabeza a lo largo del tubo de rayos X. Un transformador de alto voltaje produce un voltaje de 50 000 a 100 000 voltios y es suficiente para impulsar a

los electrones. El transformador de bajo voltaje es necesario para producir una corriente de 3 a 5 voltios produciendo el calentamiento del filamento de tungsteno.

B).- Cabina.

La cabina tiene un tablero de control y cuenta con los aparatos para regular el haz de rayos X, el interruptor para apagar y prender, y el botón activador localizado en el extremo de extensión del cordón.

Los aparatos para regular son:

- Regulador de kilovoltaje. ¹⁵
- Regulador de miliamperaje. ¹⁶
- Cronómetro.

El kilovoltaje se refiere a la diferencia de potencial ¹⁷ entre el ánodo y el cátodo del tubo de rayos X.

El control de kilovoltaje regula la velocidad de los electrones los cuales viajan del cátodo al ánodo, y también regula la corriente de alto voltaje. Mientras más alto se encuentre el control de kilovoltaje, más rápido viajarán los electrones. Un electrón con mayor kilovoltaje es necesario para desplazar los electrones de los átomos que componen al ánodo y especialmente a los que se encuentran en las órbitas cercanas al núcleo.

El kilovoltaje se regula para proporcionar un haz de rayos X con penetración deseada por el operador. El kilovoltaje se aumenta cuando se desea examinar un objeto grueso, con una elevada densidad.

El regulador de miliamperaje determina la cantidad de rayos X - producidos durante la exposición, controlando la temperatura del filamento de tungsteno. Mientras mayor sea el miliamperaje, más se calentará el cátodo y mayor será el número de electrones producidos en la nube electrónica impulsada al cátodo.

El cronómetro regula el tiempo de la corriente, la cual pasará a través del tubo de rayos X. El tiempo necesario para exponer en forma - adecuada la película varía en gran forma desde una cuantas décimas de segundo hasta tres o cuatro segundos.

C).- Brazo.

El brazo, es una pieza de la unidad de rayos X que permite poner en posición requerida el cono por donde sale el haz de rayos X. Claro está, es movable, pues varían las técnicas radiográficas para determinada - región.

Dos aparatos reducen la exposición total de rayos X recibida por el paciente y se incorporan en la cabeza del tubo. El primero de ellos - es un filtro colocado en la trayectoria del haz primario antes de salir - de la unidad. Solo aquellos rayos X de longitud de onda más corta pasan a través de los tejidos expuestos a la película; por eso, los rayos X de longitud de onda larga no son útiles para esta finalidad y actúan solo como radiación adicional para el paciente. Los filtros generalmente son - discos de cobre o aluminio, tienen un grosor de 0.5 mm pudiendo absorber la mayor parte de rayos de longitud de onda larga.

4.- Propiedades de los Rayos X.

A).- Los rayos X constituyen una forma de energía radiante¹⁸ poseedora tanto de una naturaleza ondulatoria, como cuántica. Estos rayos - cuentan con la naturaleza ondulatoria y se desplazan con la velocidad de la luz, y se les ha clasificado legítimamente como ondas electromagnéticas.

Los rayos X son electricamente neutros, y capaces de penetrar - cualquier tipo de materia, aunque en grados variables. La radiación, según la teoría corpuscular, no se tiene por materia sino por energía.

El fotón y la materia son eléctricamente neutros, ésta por com- pensación y aquel por naturaleza.

B).- Los rayos X se generan por el choque directo de los electró- nes (u otra partícula como ya se mencionó) producidos en el cátodo, con- tra el ánodo y que se encuentran en un tubo al vacío.

¹⁹ C).- Tienen una longitud de onda que varía entre 0.02 A (angs- tron) a 1 A la cual condiciona sus posibilidades de penetración o dureza. La radiación X de mayor longitud de onda, 1 A, son muy blandos o de po- ca penetración; los de más corta longitud de onda de 0.02 A son bastan- te penetrables o duros.

D).- Los rayos X se propagan en línea recta a partir de su punto de emisión, no llevan carga eléctrica y por lo tanto no son desviados por campos eléctricos y magnéticos.

E).- En el momento de ser atravesado un cuerpo, por los rayos X contra sus moléculas, dan lugar a una nueva radiación X secundaria, de igual o mayor longitud de onda, a este fenómeno se le denomina efecto Compton.

F).- Los rayos X, están dentro de la radiación ionizante, de la cual solamente es un tipo. El efecto básico de la ionización es la alteración molecular y la creación de nuevos productos químicos.

Con la capacidad de ionización de la radiación X puede ser causa de múltiples efectos biológicos, físicos y químicos.

Entre los primeros cabe señalar a los bactericidas, los letales sobre los tejidos, la ionización de los mismos, las perturbaciones cromosómicas, el eritema y la descamación cutánea, y la esterilización.

Entre los efectos físicos se encuentra la impresión fotográfica de las placas radiográficas o de otro tipo, la ionización de las sustancias inertes, y su capacidad de penetración a través de la materia. La producción de luminiscencia (fluorescencia y fosforescencia) de numerosos cuerpos, como el sulfato de zinc, etc.

Entre los efectos de carácter químico se encuentra la liberación del yodo albergado en soluciones de yodoformo en cloroformo, y la decoloración de ciertas sales alcalinas. Igualmente poseen la propiedad de alterar las sales de plata que contienen las placas radiográficas, modificación química que permite obtener de una imagen latente otra real y duradera, puesta de manifiesto por los procedimientos de revelado y fijado.

IV.- Radiografía.

1.- Definición: Una radiografía es la reproducción en sombras - producidas por los rayos X al atravesar un cuerpo e incidir en una placa radiográfica.

Para obtenerla es necesario hacer uso adecuado del aparato de rayos X, películas radiográficas, y equipo de cuarto oscuro, además estos - deben ser satisfactorios.

2.- Formación de las imágenes radiográficas.

La producción de la imagen radiográfica sobre una placa radiográfica está íntimamente ligada a cinco principios fundamentales:

A).- Los rayos X se propagan en línea recta a partir del foco de su emisión, adoptando al salir del tubo de rayos X la forma de haz cónico. El rayo central será en las técnicas corrientes, perpendicular a la placa, y los periféricos más oblicuos. Esta propiedad condiciona los siguientes efectos:

a.- a mayor distancia foco-película, menos deformación de las imágenes - obtenidas.

b.- a mayor proximidad objeto-placa, mayor nitidez y menor deformación; - la colocación de la película debe estar más próxima a la región por radiografiar.

c.- las porciones periféricas del objeto, es decir, las atravezadas por los rayos más oblicuos, tendrán siempre menor nitidez y mayor deformación, pudiendo ser compensado a base de aumentar la distancia focal.

d.- la imagen obtenida será siempre únicamente la proyección del objeto.- Así dos objetos de distinta forma pueden dar la misma imagen y, por el contrario dos objetos iguales dar imágenes diferentes si son distintamente insididos.

B).- La representación gráfica de las diferentes densidades de un objeto dan lugar a una radiografía. Esto motiva por su parte los siguientes efectos:

a.- efecto sumación; la superposición de dos o más formaciones situadas en distintos planos del cuerpo pueden producir una imagen única de densidad superior a la que correspondería a cada una de estas formaciones.

b.- efecto sustracción; si en medio de un cuerpo de densidad uniforme hay una zona de menor densidad, ésta será más fácilmente atravezada por los rayos X y claramente diseñada en la radiografía.

C).- Tiempo de exposición; el tiempo de exposición a los rayos X debe ser el suficiente, dependiendo de la densidad del objeto a radiar.

D).- Miliamperaje: la cantidad de radiación depende del miliamperaje, y éste también debe ser considerado para radiar ciertos objetos tomando en cuenta su densidad.

E).- Kilovoltaje o penetración de los rayos X. La penetración - de los rayos X en la formación de la imagen radiográfica, se debe tener - en cuenta porque a mayor diferencia de potencial menor longitud de onda y mayor penetración, a menor kilovoltaje mayor longitud de onda y menor penetración.

3.- Calidad Radiográfica.

La producción de radiografías de alta calidad diagnóstica depende de múltiples circunstancias. La calidad radiográfica es la sumación de diversos factores que se cambian para producir la película buscada, y es determinada por el grado de diferenciación tisular que puede apreciarse. Como una cantidad de la radiación X es absorbida por las diferentes densidades en cierta proporción, es esto lo que permite lograr la diferenciación predicha.

Los siguientes puntos se refieren a los factores en torno a la calidad radiográfica.

A.- Nitidez.

La nitidez consiste en la claridad de los registros en la película de las distintas estructuras anatómicas. La nitidez se ve regulada por los siguientes factores:

- a.- movimiento de la película, paciente o cono en el momento de la exposición.
- b.- distancia entre el foco y la película.
- c.- distancia entre el objeto y la película.
- d.- tamaño del área focal.
- e.- calidad de la emulsión radiográfica.
- f.- revelado.

B.- Magnificación.

La magnificación produce inevitablemente pérdidas de diverso grado en la definición de la imagen. Sin embargo, la magnificación puede reducirse al mínimo por dos factores: la distancia entre el objeto y la película, o entre ésta y el foco. Son considerados estos dos factores en la magnificación.

En determinados casos será preferible contar con cierta magnificación de la imagen, cuando la visualización de alguna parte determinada del objeto sea más importante que una definición máxima.

C.- Distorsión.

La distorsión determina pérdida de diversos grados en la definición (nitidez o detalle). Por lo tanto debe evitarse al máximo la distorsión de la imagen obtenida.

La distorsión se evita cuidando de una perfecta alineación y centrado por parte del cono, objeto y película. En la radiografía de ciertas partes anatómicas, por ejemplo, una toma lateral de la mandíbula, es necesario, y está permitido, distorsionar ligeramente la imagen para satisfacer ciertos requerimientos radiográficos.

Una radiografía que presente ennegrecimientos u opacidades extremas (blancos y negros) se dice que posee un gran contraste. El contraste puede ser tan acentuado en tales radiografías pudiendo llegar a oscurecer ciertas sombras pequeñas de significación diagnóstica.

Por definición, densidad es el grado de ennegrecimiento de la película. Algunas veces la nitidez o resolución es la capacidad de la radiografía para definir con claridad las imágenes de los objetos radioproyectados. Los términos detalle y definición son frecuentemente utilizados como sinónimos de nitidez y resolución. Sin embargo, detalle se utiliza algunas veces para denotar la falta de nitidez debida solamente a factores de la película, en tanto la definición se utiliza en ocasiones para denotar la falta de la imagen debida a la geometría de la proyección.

Deformación es el cambio de la forma de la imagen en comparación con el objeto incidido. La magnificación de la imagen es llamada algunas veces deformación falsa.

4.- Características de las placas radiográficas.

La película en sí misma tiene una base flexible pero firme, compuesta de acetato de celulosa. Una emulsión de cristales de haluro de plata mezclados en una gelatina se esparsen en una capa sumamente pequeña en ambos lados de la base. Siendo ésta gelatina la parte sensible de la película radiográfica.

Las películas poseen diferente sensibilidad a la radiación X, y es en función del tamaño de los cristales del haluro de plata. Las películas ultrarápidas son de grano grueso y en consecuencia de menor nitidez, siendo necesario, si se desea un perfecto detalle, recurrir al empleo de películas de grano muy fino.

A diferencia de las placas fotográficas ordinarias, en las cuales los rayos luminosos impresionan exclusivamente la capa más superficial, la película empleada en radiografía posee en sus dos caras una emulsión de mayor grosor, lo cual permite aprovechar la propiedad de los rayos X de ionización para impresionar las capas más profundas de la misma.

La envoltura exterior de la película está elaborada de una manera, para poder colocarse en la boca; para ello tiene la envoltura exterior de hule opaco para protegerla de la humedad y de la luz. En un lado de la envoltura se localiza un saliente en forma de punto, esto ayuda a prevenir el deslizamiento e indica del lado donde debe incidir la radiación.

Dentro de la envoltura exterior, del lado contrario de donde se encuentra la saliente en forma de punto, se encuentra un respaldo de lámina de plomo, cuya finalidad es la de absorber la radiación secundaria creada por los tejidos que se encuentran por detrás de la película y así evitar el oscurecimiento de la película.

Rodeando inmediatamente la película se encuentra una envoltura de papel negro, cuya función es evitar y absorber en caso de ruptura de la envoltura exterior, los rayos luminosos.

Los paquetes sencillos de películas se emplean si se desea solo una copia de la radiografía. El paquete doble contiene dos películas separadas y pueden usarse si se necesitan copias de la radiografía.

La velocidad de la película denota la rapidez con la cual la película se expone en forma adecuada. Básicamente, las velocidades de las películas son: lenta, media y rápida e ultrarrápida.

Si todos los factores para tomar una radiografía se mantienen constantes, la película de baja velocidad requiere un mayor tiempo de exposición, y la película rápida requiere un menor tiempo, y por lo tanto se expone al paciente a la cantidad mínima de radiación.

Los tres tipos básicos intraorales de películas radiográficas, se denominan de acuerdo con la técnica radiográfica empleada.

a.- Periapical. La de más uso, es la película periápical. Como su nombre lo indica, el ápice de la raíz, el diente y las estructuras circundantes constituyen el interés principal al emplear este tipo de película.

Existen tres tamaños de películas periapicales. La número 0 es de 2 por 3.5 cm y es empleada en niños. La número 1 es de 2.5 por 4 cm, para empleo de la región anterior en bocas de adultos cuando se requiere una película estrecha. La película número 2 es el tamaño standar promedio, y mide 3 por 4.5 cm y está diseñada para uso de rutina en todas las zonas de la boca adulta.

b.- Aleta mordible. Otra película utilizada para las exposiciones es la de aleta mordible, y se caracteriza por tener una aleta mordible la cual divide a la película en dos mitades en su eje longitudinal. La misma película empleada para las exposiciones periapicales puede colocarse dentro de una prolongación con aleta mordible.

Existen cuatro tamaños de películas de aleta mordible: la de longitud extra o número 3 es de 2.6 por 5.5 cm; solo se requiere una película de aleta mordible número 3 para cada lado en las radiografías de molares y premolares. La película número 2 tamaño promedio puede ser empleada para exposiciones de aleta mordible de molares, pero en este caso también se requiere una radiografía por separado para los premolares.

c.- Oclusales. Para exponer superficies grandes de la arcada dentaria en una sola radiografía, se emplea la película oclusal.

La película oclusal es de 5.5 por 7.5 cm y puede ser empleada -
en forma intrabucal o extrabucal, según se requiera.

5.- Cuarto Oscuro.

Después de haber sido expuestas las películas radiográficas a los rayos X, es necesario someterlas a un proceso químico, cuya finalidad es transformar la imagen latente en una visible y permanente, pero para lograrlo es necesario contar con el cuarto oscuro.

La mayor parte de este proceso debe efectuarse al abrigo de la luz blanca (actínica),²⁰ condición imprescindible porque sería imposible revelar las radiografías, y de esto se deriva el nombre de cuarto oscuro.

Ninguna clase de luminosidad residual a de existir en el cuarto-oscuro, también debe ser hermético a la luz actínica. El cuarto debe estar provisto de la iluminación blanca común y de iluminación de seguridad e inactínica. Esta condición favorece para observar los negativos, durante su manipulación, sin que se velen.

Sin embargo las lámparas de seguridad, que están provistas de filtros para evitar la luz actínica, no deben presentar irregularidades ni rupturas por donde pueda pasar luz blanca. Las películas no deben recibir más de un minuto la luz de seguridad estando fuera de la envoltura o envolturas de papel, pues se produciría fácilmente el velo de la película.

Para el manejo de las películas se utilizan colgadores simples o múltiples, contruidos de materiales capaces de resistir las soluciones (revelador y fijador) sin presentar alteraciones. Se fabrican principalmente de acero inoxidable y plástico.

El cuarto oscuro debe estar dispuesto de tal forma, para facilitar el procesado de las películas y es necesario dividirlo en dos secciones:

a.- Sección seca. La mesa donde se ponen al descubierto las películas radiográficas debe mantenerse limpia y seca, apartada de los recipientes los cuales contienen los líquidos, para evitar el peligro de mojar o salpicar las películas.

b.- Sección húmeda. El tanque en donde se encuentran los líquidos para llevar a cabo el procesamiento de las películas, se divide en tres compartimientos separados.

El recipiente del revelador se coloca por lo regular en todos los cuartos oscuros a la mano derecha del operador, el baño de agua en el centro y el fijador a la izquierda.

La solución reveladora puede identificarse por su tacto resbaladizo, y el fijador fresco y avinagrado.

Los recipientes más cómodos y prácticos son los tanques fabricados con materiales inalterables a los líquidos y pueden ser de vidrio, plástico, acero inoxidable. El tamaño del tanque va de acuerdo a la cantidad de películas por procesar.

El cuarto oscuro debe contar con una ventilación adecuada para evitar cualquier entrada de luz o humedad.

Los accesos al cuarto oscuro consisten en un sistema de pasillos o recodos tendientes a evitar la entrada de luz, además deben tener un color que absorva la mayor parte de la luz y evitar resplandores o brillantes en ellas.

A.- Procesado y Química del Cuarto Oscuro.

a).- Revelado.

Por la propiedad de ionización de los rayos X, al ser expuesta la película, el haluro de plata contenido en ésta, pierde su cohesión molecular y, al entrar en contacto con los agentes reductores, la imagen latente se hace visible por la separación de halógeno²¹ dejando la plata metálica como depósito negro dentro de la gelatina.

Acción de las sustancias químicas que integran el revelador.

-El metal o el ²² exterioriza la imagen latente en la emulsión sensibilizada de la película. Tiene acción de reducción. Transforma los cristales de bromuro de plata ionizados, en plata metálica negra.

-El fenidón (phenidone), se utiliza como reductor de sustancias orgánicas.

-La quinona o hidroquinona,²³ actúa comparativamente con el metol y fenidón, produce los tonos oscuros. Es inactiva a menos de 10°.

-El sulfito de sodio,²⁴ actúa como antioxidante. Inhibe la oxidación por el oxígeno que se encuentra en el aire, de los agentes reductores.

-El borato de sodio,²⁵ provee de alcalinidad necesaria para favorecer la actividad de los reductores.

-Carbonato de sodio,²⁶ determina el grado de alcalinidad, o pH, ayudando a la mayor o menor rapidez de un revelador.

-Bromuro de potasio,²⁷ evita el velo químico, de uso obligado en todos los reveladores.

-Bicarbonato de potasio,²⁸ se agrega para compensar un aumento de temperatura.

La actividad del revelador está determinada, por dos factores: el uso y el envejecimiento.

Determinada cantidad de revelador solo cubre un determinado número de películas, su actividad respecto al uso determina la cantidad de películas reveladas.

La oxidación determina el envejecimiento. Para evitar la oxidación del revelador, la superficie de la solución no debe tener contacto con el aire, cuando no se utilice. La solución debe estar en recipientes opacos y bien tapados.

Cuatro factores determinan el tiempo que las películas deben permanecer en el baño revelador:

- Película (tipo de grano y marca).
- Fórmula del revelador.
- Agitación de la película.
- Temperatura.

La temperatura aumenta la actividad química si los otros tres factores permanecen constantes, por lo tanto a mayor temperatura menor tiempo de revelado.

La relación tiempo-temperatura tiene como mínimo 18°C y como máximo 24°C, para obtener un revelado correcto.

Si el revelador está bastante frío es lento y produce velo; si está demasiado caliente produce velo y puede ocasionar reticulaciones.

-Procedimiento para revelar las películas radiográficas.

Con luz de seguridad se abren los paquetes y se retiran las películas, se colocan en los ganchos portapelículas y se introducen en la solución reveladora donde se deben agitar.

El procedimiento visual para conducir el revelado consiste en retirar de tiempo en tiempo, rápidamente, las películas del revelador y observarlas momentáneamente delante de la lámpara de seguridad.

La observación de las películas delante de la lámpara de seguridad mostrarán: la aparición de la imagen y su desaparición (por oscurecimiento).

Después de esto, se dá por terminado el revelado, y se dejan escurrir no más de tres segundos.

b).- Enjuague o detención.

Retiradas las películas del revelador, se sumergen y se agitan - durante algunos segundos en agua corriente o dentro de un baño detenedor. El baño detenedor consiste en una solución acuosa de ácido acético²⁹ al - 3% - 5%, y tiene como función la de neutralizar los restos del revelador- contenidos en la película; si esto no ocurriera, los restos del revelador alterarían en mayor o menor grado la composición del fijador.

c).- Fijado.

La acción de la solución fijadora consiste en eliminar por disolución las sales de plata no sensibilizadas por los rayos X, dejando dentro de la gelatina, solo la imagen negra de plata.

Acción y sustancias químicas que integran el fijador.

-El tiosulfato de sodio,³⁰ también llamado hiposulfito, elimina exclusivamente los cristales de bromuro de plata no expuestos dejando libre la imagen formada por depósitos de plata metálica negra durante el revelado.

-El tiosulfato de amonio,³¹ actúa más rápido y tiene mayor capacidad de fijado.

-El ácido acético, neutraliza la presencia de restos del revelador.

-El sulfato de sodio, evita la descomposición del tiosulfato y la formación de depósitos de azufre.

-El bisulfito de sodio,³² actúa acidificando y preservando.

-El alumbre de cromo,³³ da mayor resistencia a la emulsión frente a aumentos de temperatura y agentes abrasivos.

El fijado se inicia con la inmersión de las películas en el baño fijador, las cuales deben agitarse en un tiempo mínimo determinado, y depende del fijador y también de la película.

El poder del fijador, depende de la superficie total fijada, - puede conocerse por el tiempo que tarda en aclararse la radiografía. Cuando el tiempo requerido sea triple para fijar una radiografía se considera al baño fijador ineficaz.

d).- Lavado.

El lavado prácticamente forma parte de la operación de fijado, - por lo cual se considera un paso importante.

El objeto principal es la eliminación total de compuestos sobrantes en la emulsión después de retirada la película del fijador, y contribuye a evitar el rayado de la misma.

Para un lavado más eficaz, se utiliza agua corriente y circulante. En la duración del lavado intervienen dos factores: a mayor temperatura más fácilmente se disuelven las sales y la renovación del agua (si se encuentra en un tanque).

Si la renovación del agua es insuficiente, después de un tiempo puede llegar a afectar a la emulsión la proliferación de microorganismos.

e).- Secado.

Una vez retiradas las radiografías del agua, se dejan escurrir y se procede al secado.

Por lo común la superficie de la película presenta gotas de agua, las cuales retrasan parcialmente el secado. Este puede mejorarse cuando las películas se introducen en una solución humectante durante dos minutos, pues éste, disminuye la tensión superficial y así la superficie de la película se encuentra uniformemente húmeda. El uso de la solución humectante facilita, mejora y acelera el secado.

Ya retiradas las películas del humectante o del baño de agua, se colocan donde circule aire limpio. El tiempo de secado se puede disminuir por medio de ventiladores.

Si se aumenta artificialmente el calor para acelerar el secado, se deben retirar las películas a medida se vayan secando, porque el exceso de calentamiento produce el enrollamiento y se vuelven quebradizas.

V.- Radiografías Intraorales.

La técnica intraoral comprende todos los métodos radiográficos - en los cuales la película se coloca dentro de la boca.

Las radiografías intraorales en la Odontología son utilizadas - como un auxiliar para establecer un diagnóstico correcto y efectuar un - plan de tratamiento adecuado.

Las radioproyecciones utilizadas para estos fines son:

- 1.- Periapical.
- 2.- Interproximal.
- 3.- Oclusal.

1.- Técnica periapical.

Una visión completa de los dientes y estructuras asociadas es el objetivo de ésta técnica. Dos técnicas básicas se emplean para estos fines:

- A).- Técnica de paralelización y,
- B).- Técnica de bisección.

En ocasiones será necesario variar la técnica para lograr la - imagen requerida.

Para comprender la teoría, así como las ventajas y desventajas de estos dos procedimientos, debemos tener en cuenta los principios básicos de la proyección de una sombra. Las leyes fundamentales para la proyección de una sombra, sea por luz o rayos X son:

- a.- La fuente de radiación debe ser lo más pequeña posible.
- b.- La distancia entre la fuente de radiación y el objeto será lo más larga posible.
- c.- La distancia entre el objeto y la superficie registradora sobre la cual es proyectada la sombra ha de ser lo más corta posible.
- d.- El objeto y la superficie registradora deben ser paralelos.
- e.- La radiación debe chocar con el objeto y con la superficie registradora formando ángulos rectos.

A).- Técnica de Paralelización.

La técnica de paralelización requiere una distancia lo más larga posible, desde donde son emitidos los rayos X al objeto. Esta técnica también requiere un choque de los rayos X con el objeto y superficie registradora formando ángulos rectos, y la película intraoral debe ser colocada en posición paralela con el eje largo del diente.

En la región molar mandibular donde la ausencia de inserciones musculares altas y la superficie lingual relativamente aplanada permiten la colocación de la película verticalmente en la boca, paralela a los molares y cerca de ellos.

B).- Técnica de Bisección.

Las reglas a las cuales se ajusta la técnica de bisección requieren la imaginación por parte del operador, éste debe imaginar un bisector del ángulo formado por el eje largo del diente y la película radiográfica; el ángulo se forma donde la película contacta con la corona dental. Teniendo esto en cuenta, el operador debe dirigir el rayo central del haz de radiación a través del vértice del diente de tal manera incida con el bisector formando ángulos rectos. Tal angulación, cuando es bien efectuada, permite obtener un registro del diente con la misma longitud. Sin embargo, con las secciones circundantes del diente en su vértice, los rayos chocan con el bisector formando ángulos no rectos, a consecuencia de falta de paralelismo entre el diente y la película, y de la falta de intersección formando ángulos rectos entre el rayo y el diente y película, todas las zonas por debajo del vértice del diente así como las ubicadas por encima están deformadas. Cuanto mayor es la distancia entre la fuente de radiación y el objeto, tanto más paralelos serán los rayos.

Posición del paciente.

Dos son las posiciones del paciente utilizadas en la radioproyección periapical.

Posición I: se controla con la línea trago-ala de la nariz la cual debe ser paralela al piso. Se facilita indicando al paciente mirar hacia abajo, a las rodillas.

Posición II: se controla con la línea trago-comisura labial. Se facilita indicando al paciente mirar hacia arriba, al techo.

Tanto para la técnica de paralelización como para la de bisección, el paciente debe estar sentado en el sillón en posición cómoda.

Posición y colocación de la película en la técnica de Bisección.

-La cara activa debe mirar hacia el foco. Este requisito es elemental e invariable en toda técnica.

-El eje mayor debe colocarse vertical para los dientes anteriores, y horizontal para dientes posteriores.

-La película debe sobrepasar el plano oclusal o incisal, y debe permanecer paralela a estos. La falta de paralelismo, muestra los dientes aparentemente inclinados, lo cual se presta a interpretaciones erróneas.

-El borde libre de la película debe dejar un pequeño margen sobre las caras oclusales y bordes incisales. Esta indicación tiene por objeto registrar las coronas dentarias íntegramente. Deliberadamente puede sacrificarse el registro de la corona bajando o subiendo el borde, a fin de lograr mayor amplitud radiográfica periapical.

-Los casos en los cuales, los caninos u otros dientes presentan sus raíces más largas de lo normal, tal situación puede sortearse colocando la película de forma diagonal y debe coincidir con el eje del diente.

-Para sostener la película, el procedimiento más utilizado, pero no siempre resulta el más seguro, consiste en sostener la película en posición - utilizando uno de los propios dedos del paciente. La utilización del pulgar para el maxilar, y para la mandíbula el índice. El paciente debe utilizar la mano contraria del lado que se va a radioproyectar. Los demás dedos deben estar extendidos fuera del rayo central. El dedo debe apoyarse fuera o lejos del centro de la película para evitar su curvatura, la presión del dedo no debe ser débil ni excesiva; en el primer caso la película puede resbalar, en el segundo caso puede dislocarse a causa de su elasticidad.

Dirección de los rayos X.

Para radiografiar correctamente un diente es necesario dirigir el rayo central hacia un punto determinado; ubicación del ápice, de acuerdo con dos angulaciones; una respecto al plano oclusal (ángulos verticales) y la otra el plano sagital medio (ángulos horizontales).

Los valores promedio de angulación en el cono son:

superiores	inferiores
incisivos y caninos, $+45^{\circ}/30'$	incisivos y caninos, $-20^{\circ}/15'$
premolares, $+ 35^{\circ}/40'$	premolares, $-10'$
molares, $+ 25^{\circ}/30'$	molares, $0^{\circ}/-5'$

Las angulaciones vertical y horizontal correspondientes, y el cono se colocará frente al ápice o a los ápices de los dientes a radiografiar. Por ésto, corresponden topográficamente los siguientes puntos focales:

- Arriba de la punta de la nariz, para incisivos centrales.
- Ala de la nariz, para incisivos laterales.
- Línea media sagital del eje, para premolares.
- Para el primer molar, ángulo externo del eje.
- Para el segundo molar, borde externo de la órbita.
- Para el tercer molar, cola de las cajas.

Todos estos puntos anteriores son para la arcada superior, sobre la línea trago-ala de la nariz.

- En la punta de la barba, para centrales.
- Para lateral y canino, la línea vertical que pasa en la comisura labial.
- Para premolares, en la línea media del eje.
- Para molares, el borde externo del ojo.

Los puntos de referencia anatómicos son para la mandíbula, y el cono se debe colocar a un centímetro sobre el borde inferior de la mandíbula.

Posición y colocación de la película en la técnica de Paralelización.

Este procedimiento retroalveolar tiene por objeto el de obtener registros correctos, en cuanto a forma y medida. Esto se cumple siguiendo las indicaciones siguientes:

- Paralelismo diente-película.
- Mayor distancia foco-diente.
- Dirección perpendicular del rayo central.

La región posterior de la mandíbula (molares y premolares), resulta anatómicamente ideal pues, la película además de paralela, permanece próxima al diente; en cambio para otros dientes, es necesario separar la película de la corona y raíz para obtener paralelismo, lo cual en ocasiones se lleva hasta la línea media por ejemplo en molares superiores.

Los distanciamientos o separaciones se mantienen rellenando el espacio aéreo con rollos de algodón, o también la utilización de soporte de apoyo oclusal extenso. Para disminuir dentro de lo posible el distanciamiento y mantener plana la película, deben radioproyectarse menores superficies. En dientes anteriores donde existen arcos dentarios estrechos, se favorece la aproximación de la película.

Si se procura tomar la radiografía con la película paralela pero en posición baja, cuando la bóveda palatina no es muy alta se obtendrá un registro con ápices cortados.

La distancia más práctica y efectiva entre foco-diente es de 40 cm. Para el manejo de 40 cm. se utilizan centralizadores largos, de esta manera se facilita el centrado del rayo central.

Los ángulos verticales están determinados por la inclinación del eje dentario, inclinación a la cual el rayo central debe incidir ortogonalmente.

La dirección del rayo central además de ser perpendicular, debe ser céntrico con respecto al plano guía del diente, no pasa por el ápice y, en consecuencia, los puntos de incidencia faciales son los siguientes:

Como se ha mencionado anteriormente, el rayo central debe incidir ortogonalmente con la línea media del diente y no pasa por el ápice del diente entonces la línea imaginaria donde se debe colocar el cono es prácticamente la línea de oclusión de la arcada superior como la de la ar cada inferior, según sea superior e inferior la región radioproyectada.

2.- Técnica Radiografica Interproximal.

Esta radioproyección ortogonal, es de gran valor profiláctico, - permite el registro parcial de coronas y tercios cervicales apicales, además los dientes antagonistas, es un metodo cómodo y fácil de emplearse.

Estas películas se caracterizan porque llevan su propio medio de sosten y consiste en una aleta o lengüeta, la cual se muerde durante la - exposición; por causa de esta aleta también se le conoce con el nombre de bite-wing.

Con esta técnica se pueden obtener los siguientes registros::

- caries proximales.
- caries proximales y oclusales con respecto a la vecindad de la cámara - pulpar.
- topografía de la cámara pulpar.
- obturaciones defectuosas en las caras interproximales.
- crestas interdentarias.

La lengüeta de la película para dientes anteriores, coincide con el eje corto de la película. Se coloca por lingual la película apoyando su aleta sobre los dientes inferiores en el borde incisal, quedando el - eje largo de la película en el espacio interproximal. Ya colocada la película en la posición indicada se le indica al paciente cerrar de modo - que los dientes superiores e inferiores toquen borde a borde, evitando - así, el registro de los bordes incisales superpuestos.

La curvatura de la película por la tracción de la lengua, puede evitarse colocando encima y debajo de ella rollos de algodón.

Las películas para dientes posteriores, tienen ubicada la lengua coincidiendo con el eje largo de la película. Colocando el eje corto de la película frente al centro del grupo dentario, se apoya la lengua sobre las caras oclusales inferiores y se le indica al paciente cerrar normalmente.

En todos estos casos la dirección del rayo central debe ser ortogonal a la película.

3.- Técnica Radiográfica Oclusal.

Esta técnica se caracteriza por el tamaño de la película, y generalmente es mucho mayor a comparación de las utilizadas en las otras técnicas intraorales.

También se utilizan las películas periapicales en la técnica oclusal.

Se denomina técnica oclusal porque la película se coloca sobre y entre el plano oclusal de las dos arcadas.

La técnica oclusal se puede clasificar en:

- A).- Por tamaño, y pueden ser totales y parciales.
- B).- Por la dirección del haz de radiaciones, y pueden ser transversales y anatómicas, estas últimas se llaman topográficas de angulación predeterminada.

En la radiografía transversal los dientes son vistos como zonas-circulares o elípticas.

La colocación del paciente, para la arcada superior, el plano trago-ala de la nariz deberá ser paralelo al piso.

Para la arcada inferior el plano comisura labial-trago, deberá ser perpendicular al piso lo que se logra llevando la cabeza hacia atrás, (jamás acostar al paciente).

La colocación del cono para la arcada superior en la radiografía anatómica debe colocarse en la unión de los huesos propios de la nariz - con la espina nasal del frontal (Nasion). La angulación vertical de 60' - a 70' positivos, y la angulación horizontal paralela al plano sagital.

Para las radiografías transversales en la arcada superior la localización del cono será a 2.5 cm por encima y hacia atrás de la línea de implantación del pelo normal. La angulación vertical debe seguir el eje mayor de los incisivos centrales superiores.

Las películas periapicales utilizadas para radioproyecciones oclusales, deben ser colocadas de tal manera, la punta del cono este localizado para los dientes superiores sobre el plano de referencia ala-trago- y el haz central de radiaciones debe ser perpendicular a la placa.

En las radiografías oclusales transversales, la localización de la punta del cono debe estar en piso de boca y el haz de radiaciones será perpendicular al centro de la placa. Para las radiografías anatómicas debe colocarse en la eminencia mentoniana.

La angulación vertical debe ser de 50' a 70' positivos si el plano de oclusión es perpendicular al piso.

Vista Oclusal Topográfica.

Una radiografía topográfica se parece a una película periapical habitual, pero de mayor tamaño. La película es insertada dentro de la boca con el lado de exposición mirando hacia la arcada dentaria a examinar.

La película de tal forma que la sombra de la región en cuestión sea proyectada sobre la película cuando se hace la exposición.

Las reglas de angulación para las proyecciones topográficas son idénticas a las de la técnica de bisección. Cuando la película se haya en el plano horizontal, el operador debe imaginarse la bisectriz de un ángulo formado por el eje largo de los dientes y la película. A continuación, debe dirigir la radiación, mediante el empleo de un cono corto o cono largo, a través del vértice de los dientes formando ángulos rectos con la bisectriz; los rayos han de pasar directamente por los espacios interproximales de estos dientes.

Vista oclusal transversal.

La proyección oclusal en sección transversal, requiere sean dirigidos los rayos a través de la bóveda del cráneo y deben atravesar un gran espesor hístico. Es recomendable para estos casos el uso de un chasis intraoral equipado con pantallas intensificadoras.

La película oclusal se coloca como en la proyección topográfica, pero los rayos son dirigidos a través de la región en cuestión paralelamente con el eje largo de los dientes de dicha región. Los dientes son vistos en la película revelada con forma circular o elípticas. Se dirige el rayo central a la placa perpendicularmente cuando se requiere observar todo el arco dentario.

Se debe tener cuidado en las películas parciales oclusales con la dirección que debe seguir el haz central de radiación y la posición -

del cono con el plano ala-trago, y borde de la mandíbula, para dientes superiores y dientes inferiores respectivamente. Si se requiere una vista topográfica o transversal se dirigirá el haz de radiaciones como se ha mencionado anteriormente.

Las radiografías oclusales se utilizan para localizar fracturas del proceso alveolar superior y de diversas partes de la mandíbula, fracturas palatinas, para localizar cuerpos extraños, dientes incluidos, dientes supernumerarios, raíces retenidas, cálculos en los conductos salivales, para detectar la extensión de quistes, osteomielitis y tumores.

VI.- Técnicas Extraorales.

La técnica extraoral comprende todos los métodos radiográficos - en los cuales la película se coloca fuera de la boca.

Las radiografías intraorales examinan solamente una parte de los maxilares: los dientes y su soporte inmediato. En muchos casos las películas periapicales no muestran toda la lesión. Además, el dentista puede sospechar la existencia de otras lesiones más allá de la región examinada en las radiografías intraorales habituales, o quizás, por una razón u otra, no puede obtener radiografías intraorales.

La radiografía extraoral requiere el uso de películas grandes. - Esto a su vez necesita el empleo de portadores de películas, chasis y - otros accesorios de rayos X.

La radiografía extraoral no es un procedimiento habitual aplicado a la mayoría de los pacientes, y necesariamente se debe tener conocimiento de técnicas fundamentales, por si es indispensable radioproyectar una región extraoralmente.

1.- Proyecciones maxilares laterales oblicuas.

Radiografía maxilar lateral es el término generalmente utilizado para definir las vistas laterales de uno o ambos maxilares. Una verdadera proyección lateral de todo un lado de los maxilares no es posible, pues - habría superposición de la imagen del lado contrario. La proyección maxilar lateral ha de efectuarse con alguna angulación oblicua.

El haz de radiación puede ser dirigido sobre la región de interés desde dos direcciones fundamentales:

- desde debajo del maxilar inferior en el lado opuesto a la mitad examinada y
- desde detrás de la rama ascendente del lado opuesto al lado examinado.

El haz también puede ser dirigido desde cualquier punto entre estas dos posiciones fundamentales.

Se puede efectuar una revisión satisfactoria de todo un lado mediante 4 películas tomando separadamente las regiones de la rama ascendente, molar, bicúspide o incisiva. Es necesario emplear películas con emulsiones más gruesas las cuales necesitan menos radiación total y producen la densidad de la película deseada, y poseen límites de contraste más amplios.

La posición del paciente es muy importante. Se ha hallar senta- con la espalda derecha, con los dientes en oclusión el cual debe estar pa- ralelo al suelo. El cabezal debe estar situado lo más alto posible de- trás de la cabeza. Se pide al paciente dirigir el mentón hacia adelante- lo más posible sin incomodidades para separar los maxilares de la columna vertebral y evitar la contracción de los tejidos blandos posteriores a la rama ascendente. Esta posición del paciente generalmente es satisfacto- ría para todas las proyecciones; sin embargo, para las regiones de premo- lares e incisivos, la cabeza del paciente puede ser rotada ligeramente, - separándola del tubo de rayos X. La inclinación de la cabeza del pacien- te separándola del aparato de rayos X puede ser útil para las proyecciones de la rama y molares.

El aparato se utiliza con una distancia objeto a piel de 20 cm o mayor. El rayo central es dirigido hacia un punto justamente por dentro de la rama y de 1 a 1.5 cm por encima del ángulo del maxilar inferior en el lado de la cara más cercano al aparato de rayos X. El rayo central se dirige simultáneamente hacia el plano oclusal de los dientes en un punto justamente anterior a la región de interés. Por ejemplo, al examinar la región molar, el rayo central es dirigido hacia los premolares, especialmente al segundo premolar superior. El haz de rayos X cubre así segmentos bastante iguales de ambos maxilares.

La película se coloca de forma que el rayo central sea lo más perpendicular posible a ella tanto en el plano horizontal como en el vertical. Esto se logra en el plano horizontal, pero la ortogonalidad con el rayo en el plano vertical separa bastante a la película de los tejidos. Se obtienen radiografías aceptables manteniendo la película paralela al eje vertical del cráneo o en ángulos rectos con el rayo central.

Sin necesidad de equipo accesorio es posible obtener posiciones aceptables de la película para examinar las diversas regiones.

La película es sujeta por el paciente entre la base de la mano y el hueso malar. En las regiones anteriores, la nariz ayuda a la estabilización horizontal de la película, y en las regiones posteriores es el arco cigomático. En todos los casos, el paciente arquea los dedos de la mano, sujetando la película por su parte superior y apoyándola sobre el cráneo. Esta posición de la mano estabiliza la película en el plano vertical.

A.- Indicaciones.

Estas proyecciones tienen un valor incalculable cuando el paciente no puede abrir la boca. También son útiles cuando las radiografías intraorales son poco prácticas, como en niños muy jóvenes, pacientes con reflejo faríngeo muy intenso. También son muy útiles para mostrar los límites de lesiones extensas y para la evaluación del hueso.

2.- Proyecciones condíleas laterales.

Una vista lateral ligeramente mesioblicua ofrece mucha información sobre la cabeza y el cuello del cóndilo mandibular y el arco cigomático.

Para esta proyección, la película en un portador de película de cartón se sujeta contra un lado de la cara, como en la vista maxilar lateral.

Se le indica al paciente abrir la boca lo más posible. Esto hace mover al cóndilo en examen hacia delante y abajo, sacándolo fuera de su cavidad. El abrir la boca también hace descender la apófisis coronoides y la escotadura sigmoidea del maxilar que no está siendo examinado. El rayo central es dirigido a través de la escotadura sigmoidea del maxilar más cercano a la fuente de radiación y hacia el cóndilo sometido a examen. Se utiliza una distancia foco a piel de 20 cm. Cuando el paciente no puede abrir la boca se modifica la técnica, y se utiliza una distancia foco-piel de 40 cm. La posición de la película sigue siendo igual.

Los rayos X tendrán que pasar ahora a través de la rama ascendente del maxilar opuesto al cóndilo a examinar. Así, estos dos elementos quedan superpuestos. Sin embargo, la rama interpuesta está cerca del tubo y lejos de la película, y su imagen sobre la radiografía no resulta borrosa. Por otra parte, la imagen del cóndilo examinado será nítida a causa de su proximidad a la película y distancia relativamente grande a la fuente de radiación. Esta modificación puede ser utilizada incluso si el paciente puede abrir la boca. Se recomienda la distancia foco-piel de 20 cm para reducir la exposición de la piel.

A.- Indicaciones.

La proyección lateral del cóndilo es útil para la investigación de la articulación temporomandibular y para el examen del cuello del cóndilo y de la apófisis coronoides. Las erosiones sobre la superficie del cóndilo y las fracturas del cuello o de la apófisis coronoides de la mandíbula casi siempre se evidencian con esta proyección. Si la boca no se puede abrir, será imposible ver con claridad la superficie articular de la cabeza condílea.

3.- Proyección de la articulación temporomandibular.

La proyección para la radiografía de la ATM consiste en una vista lateral oblicua superior de la articulación. Se emplea una distancia tubo-película mínima y un aparato especialmente construido para la localización y colimación. La colimación es el tamaño mínimo necesario del haz de radiación para cubrir la zona a examinar.

Antes de comenzar a utilizar el localizador, se debe ajustar para encontrar el centro exacto del haz de radiación. El colimador debe dar un haz con un diámetro de unos 5 cm en la película.

El rayo central, es dirigido hacia la articulación a examinar - colocando el localizador en posición adecuada sobre el lado de la cara, y penetra el rayo, en el lado opuesto del cráneo en el punto encontrado en - el adulto a 5 cm y 1.5 cm por detrás del meato auditivo externo. La distancia foco-película es aproximadamente de 25 cm y el tiempo de exposición es de 2 1/2 a 3 seg. Se coloca sin pantalla en un portador entre la piel y el brazo del localizador después de haber completado la angulación. Esta técnica permite al haz de rayos pasar justamente por detrás de la silla turca y por encima de la porción petrosa del hueso temporal en el lado sometido a examen.

A.- Indicaciones.

Ninguna vista aislada de la ATM proporciona resultados diagnósticos satisfactorios. Es útil para la investigación de la ATM y para ver la forma y posición del cóndilo.

4.- Técnica Cefalométrica.

Quando se utilizan radiografías del cráneo para efectuar medidas del mismo, debe haber algún medio para registrar la posición de la cabeza para la reproducción y normalización del procedimiento. Existen numerosos aparatos estabilizadores de la cabeza (cefalóstatos o craneoéstatos). La mayoría de éstos aparatos utilizan cojines auriculares para estabilizar la

cabeza del paciente. El tubo de rayos X también debe ser fijado en una posición constante y con relaciones predeterminadas con la cabeza del odontólogo. Las proyecciones lateral y posteroanterior del cráneo son las vistas utilizadas con más frecuencia para la medida del cráneo. De estas dos, la proyección lateral se emplea con más frecuencia.

Para la proyección lateral del cráneo, la película se coloca paralela al plano sagital. El rayo central pasa por ambos cojines auriculares. La distancia foco-película es de 1,5 m o más. Se debe tener cuidado de que la exposición esté limitada al cráneo y maxilares. Si no está adecuadamente colimado, el haz de radiación a una distancia de 15 cm cubrirá una gran porción del cuerpo. Se requiere un tiempo de exposición de 3 a 5 segundos y emplear pantallas de intensificación apropiada. La gran distancia foco a película minimiza la diferencia en magnificación entre los dos lados de la cabeza.

A.- Indicaciones.

La cefalometría se emplea para identificar la posición de ciertos hitos antropométricos. La distancia entre los diversos hitos y los ángulos formados por los planos resultantes de la unión de determinados puntos permiten una evaluación del crecimiento y desarrollo craneocefálico. Se utiliza principalmente en los estudios de tratamiento ortodónticos.

VII.- Protección Radiológica.

1.- Ionización.

La radiación ionizante, de la cual la radiación X es solamente un tipo, actúa sobre el tejido vivo a través de un proceso, el cual hace a los átomos y moléculas eléctricamente estables en eléctricamente inestables.

Todas las sustancias vivas están compuestas de átomos agrupados de una manera particular recibiendo el nombre de moléculas. Cada átomo, y por lo tanto cada molécula, tiene una estabilidad o equilibrio eléctrico; el número de cargas positivas es igual al número de cargas negativas. Cuando un quantum o paquete de energía de radiación ionizante choca con un electrón en una molécula de tejido vivo, puede desplazar esta partícula y así queda dicha molécula específica en un estado de desequilibrio eléctrico. La molécula posee una carga positiva más del número de cargas negativas. En estas circunstancias, se puede decir se ha producido la ionización.

Para compensar y equilibrar la pérdida de la partícula negativa, los átomos tienen una intensa tendencia a buscar la estabilidad eléctrica. El átomo o molécula puede aceptar una carga negativa de alguna otra procedencia y al hacer esto puede constituir un nuevo producto químico.

En estas circunstancias, la célula de la cual forma parte la molécula puede ser alterada o, pueden formarse sustancias no compatibles con los tejidos corporales.

El efecto básico de la ionización es la alteración molecular y la creación de nuevos productos químicos.

El efecto de la radiación ionizante sobre los tejidos pueden ser:

a.- directo: los efectos directos son los causados en una zona específica por la radiación. Las células o segmentos de diversos tamaño de los tejidos han sido lesionados directamente por la ionización. Si la célula muere a causa de los efectos de la radiación, generalmente lo hace en el momento de la división mitótica.

b.- indirecto: los efectos indirectos pueden manifestarse de diversas maneras. Cuando la exposición de los tejidos a la radiación ionizante origina una producción de sustancias incompatibles con los tejidos del organismo.- Un ejemplo de esto es la conversión del agua en peróxido de hidrógeno.³⁴

2.- Variabilidad histórica.

Algunos tejidos son más susceptibles a la radiación ionizante que otros. El grado de susceptibilidad, al parecer, está relacionada en la mayoría de los casos con la diferenciación celular y la velocidad de la reproducción celular.

Tejidos y órganos por orden de susceptibilidad:

- a.- Tejidos formadores de sangre y células reproductoras.
- b.- Huesos jóvenes, tejido glandular, y epitelio.

c.- Piel y músculos.

d.- Tejido nervioso y huesos adultos.

3.- Variabilidad individual.

Las personas operadoras de la radiación ionizante deben saber de una variabilidad individual, por lo tanto las personas de mínima resistencia a la radiación ionizante deben ser tratadas bajo toda protección radiológica.

4.- Período latente.

El período latente es el tiempo interpuesto entre la exposición y los síntomas clínicos. El período latente para la radiación X varía con la dosis. Cuanto más intensa es la dosis, tanto más corto será el período latente.

La existencia de este período latente es otra razón para ser prudentes al utilizar la radiación ionizante.

5.- Protección radiológica.

Es necesario instituir medidas protectoras para el paciente, el operador del equipo de rayos X, y todas las personas asociadas, incluyendo los individuos en los consultorios adyacentes y los ocupantes de la sala de espera del consultorio.

La exposición del paciente a la radiación X a causa de los procedimientos utilizados habitualmente en odontología puede ser mínima. Cuando se compara el efecto deletereo causado por la exposición con la información diagnóstica obtenida mediante la película radiográfica, el paciente resulta beneficiado por el uso razonable de la radiación X.

El odontólogo probablemente no cumple con su deber profesional cuando no utiliza la radiación X a pesar de estar indicada. Pero, el odontólogo tiene la responsabilidad de minimizar la exposición del paciente.

Se debe tener en cuenta de muchos procedimientos de protección para el paciente los cuales también aumentarán la calidad de la radiografía y reducirán la exposición total recibida por el operador y el personal asistente.

La radiación del paciente se reduce mediante películas de velocidad elevada, filtración conveniente, y técnicas de exposición y revelado apropiadas, cuidando la colocación y angulación de la película, así como por el uso correcto en las técnicas de cono largo y cono corto, y elevado-voltaje. Una interpretación insuficiente haría injustificado el uso de la radiación X.

En pacientes embarazadas se debe tener un mayor interés en la protección contra la radiación, se debe usar el mandil de plomo.

Las personas que utilizan la radiación X pueden recibir una dosis acumulada en los órganos críticos de $(N+18) \cdot 5 \text{ rems.}^{35}$ En esta fórmula N es la edad en años. Personas de 18 años de edad, o más jóvenes se puede decir no han trabajado con radiación ionizante. Después de 18 años de edad, un individuo no debe recibir más de 5 rems de radiación de todo el -

cuerpo cada año, y la dosis en 13 semanas consecutivas cualesquiera no debe exceder más de 3 rems.

El término operador incluye al individuo el cual toma las radiografías y a todos sus ayudantes. El operador recibe radiación en forma de radiación secundaria, cuando el haz de rayos X choca con el paciente u objeto en la sala de rayos X. El operador también recibe una exposición a la radiación si comete el error de colocarse en el camino del haz primario.

El operador y su ayudante pueden hacer tres cosas para reducir aún más la exposición a la radiación.

- Colocarse en una posición segura.
- Colocarse en una distancia segura.
- Utilizando barreras.

La posición más segura para el operador, su ayudante o para ambos durante la exposición a los rayos X es entre los 90° y 135° al haz primario de rayos X. Cuando los dientes anteriores son expuestos, es igual si el operador está a la derecha o a la izquierda del paciente.

Cuando son expuestas las regiones posteriores ya sea la derecha o izquierda, es preferible colocarse por detrás o por delante del paciente.

La intensidad de la radiación X es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el individuo y la fuente de radiación. Esto muestra lo importante de colocarse lo más lejos posible de la fuente de ra

diación. Se recomienda al operador colocarse a un mínimo de 2 metros del paciente y fuente de radiación.

El uso de un material barrera interpuesto entre el operador y la fuente de radiación es un método muy efectivo de protección, siempre y cuando la barrera sea de construcción adecuada. Es recomendable ocupar plomo para construir las barreras.

Generalmente la cantidad de radiación producida en un consultorio odontológico es extremadamente pequeña. En determinados casos, la instalación de locales es de tal índole, la radiación se escapa a través de las paredes resultando suficiente para constituir un peligro potencial para la salud de los individuos expuestos.

VIII.- APENDICE.

¹Algunas sustancias brillan cuando los rayos X, la luz ultravioleta, o la luz visible chocan con ellas. Si el resplandor persiste por algún tiempo después de interrumpido el choque con la radiación, entonces la sustancia es fosforescente. Si el resplandor cesa en el mismo instante de interrumpirse el choque de la radiación, entonces la sustancia es fluorescente.

² Partículas componentes del átomo. Se encuentran girando alrededor del núcleo del átomo. Poseen carga eléctrica negativa.

³ Cuantos o paquetes de energía.

⁴ Ergio. Unidad cegesimal de energía (sistema centímetro-gramo-segundo).

⁵ Fotón: Cuanto o grano de energía que se propaga como una partícula material a la velocidad de la luz en el vacío.

⁶ Energía cinética. Energía en movimiento.

⁷ Efecto termoiónico. Emisión de electrones, por parte de un metal que es llevado a la incandescencia en el vacío.

⁸ Partículas alfa. Partículas cargadas positivamente con una masa mayor a la del átomo de hidrógeno.

- 9 Protones. Se encuentran en el núcleo del átomo. Carga eléctrica positiva.
- 10 Anodo. Electrodo que se halla conectado con el polo positivo de un generador de corriente eléctrica y por el cual penetra ésta en un circuito.
- 11 Cátodo. Electrodo que se halla conectado con el polo negativo de un generador de corriente eléctrica y por el cual penetra ésta en un circuito.
- 12 Molibdeno. Es un metal, de gran dureza, alto punto de fusión y gran resistencia a la corrosión.
- 13 Voltaje. Tensión, diferencia de potencial entre los extremos de un conductor o entre los dos conductores de una línea eléctrica.
- 14 Fusión. Cuando un sólido se funde.
- 15 Kilovoltaje. Unidad de tensión eléctrica equivalente a 1000 voltios cuyo simbolo es kV. Voltio: unidad de fuerza electromotriz.
- 16 Miliamperaje. Unidad de medida de la intensidad de las corrientes eléctricas que equivale a la milésima parte del amperio, simbolo es mA.
- 17 Diferencia de potencial. Tensión existente en los bornes de un generador de corriente eléctrica. Un borne es la pieza terminal de una línea o aparato eléctrico.

- 18 Energía radiante. Existe una enorme gama de energías radiantes, desde las ultra altas, energías resultantes de las reacciones cataclísmicas, hasta las muy bajas características de la corriente eléctrica continua. La teoría de Maxwell es la más satisfactoria y sostiene que la electricidad, magnetismo y la luz son de naturaleza idéntica.
- 19 Angstrom Å. Es igual a 1×10^{-8} cm.
- 20 Luz actínica. Ejerce alguna acción química sobre los cuerpos, también llamada por dicha razón, radiación química.
- 21 Halógeno. Gas noble. De su nombre se deriva "formador de sal".
- 22 Metol. Cristales solubles en agua fría y más en agua caliente, soluble en alcohol, insoluble en éter. Usos: revelador radiográfico y teñido de pieles.
- 23 Hidroquinona. Cristales blancos, insoluble en agua, éter, alcohol. La anilina se oxida a quinona con dióxido de manganeso y después se reduce a hidroquinona. Usos: revelador fotográfico (películas de color no), antioxidante.
- 24 Sulfito de sodio. (Sodium sulfite). Cristales o polvo; color blanco, poco soluble en alcohol; soluble en agua. Usos: industria de papel, tratamiento de aguas, revelador fotográfico, antioxidante y conservador de alimentos.

- 25 Borato de sodio. (Sodium borate). Borax. Cristales o polvo blanco; inodoro, soluble en agua y en glicerina; insoluble en alcohol. Poco tóxico, no combustible. Usos: vidrio, esmaltes de porcelana; adhesivos, detergentes, fertilizantes, inhibe la oxidación, fotograffia, fundente, anticongelante.
- 26 Carbonato de sodio. (Ceniza de sosa). Polvo y terrones de color blanco grisáceo; soluble en agua; insoluble en alcohol. No combustible, no tóxico. Usos: manufactura de vidrio; productos químicos, elaboración de papel; jabones y detergentes; tratamiento de agua.
- 27 Bromuro de potasio. (Potassium bromide). Gránulos o polvo cristalino; blancos y fuerte sabor amargo, salino y picante; soluble en agua. Usos: medicina, fotograffia, grabado y litograffia; jabones especiales; reactivo de laboratorio.
- 28 Bicarbonato de potasio. Polvo blanco o terrones cristalinos; sabor refrescante ligeramente alcalino, soluble en agua. Usos: fabricación de sales y bebidas eferbecentes, reactivo en análisis químicos.
- 29 Acido acético. Acido acético glacial es el nombre del compuesto puro, que lo diferencia de las soluciones y recibe el nombre de ácido acético. El vinagre es un ácido acético diluido. Propiedades: líquido incoloro, olor muy picante. Usos: elaboración de anhídrido acético, acetato de celulosa y el monómero de acetato de vinilo; colorantes; productos farmacéuticos; productos químicos para fotograffia; aditivo de los alimentos.

- 30 Tiosulfito de sodio. Polvo o cristales translúcidos blancos; sabor re--
frescante y posteriormente amargo. Soluble en agua, insoluble en al--
cohol. Usos: fotografía (agente fijante para disolver sales de plata -
inalteradas en los negativos expuestos); extracción de plata de sus mi--
nerales, decoloración del agua, medicina.
- 31 Tiosulfito de amonio. Cristales blancos los cuales se descomponen con el
calor; muy soluble en agua. Usos: fijador en fotografía, reactivo de -
análisis, agente reductor, fungicida; agente abrillantador en los baños
de plateado.
- 32 Bisulfito de sodio. Cristales o polvos cristalinos; ligero olor y sabor
sulfuroso; soluble en agua, no combustible. Usos: productos químicos, -
colorantes; perfumería; agente reductor fotográfico; industrias de la -
fermentación.
- 33 Alumbre de cromo. Cristales oscuros, color violeta rojizo. Tóxicos por--
ingestión. Usos: industria de curtido; industria textil; fotografía -
(fijador).
- 34 Peroxido de hidrógeno. H_2O_2 , agua oxigenada.
- 35 Rem. Corresponde a una absorción de energía de 100 erg/g de material -
irradiado.

CONCLUSIONES

La utilización adecuada de las propiedades físicas de los rayos X en el diagnóstico, en este caso en la Odontología tienen como fin el de poner de manifiesto junto con el examen clínico que se realiza, el estado actual de los tejidos que integran el sistema estomatológico.

El odontólogo debe estar capacitado para interpretar correctamente una imagen radiográfica, y así llevar a cabo un plan de tratamiento adecuado en cada caso particular de diagnóstico.

Si se tiene pleno conocimiento de las propiedades de los rayos X, y el procesamiento correcto de las películas radiográficas, se obtendrán mejores registros y se evitará la exposición de más para el paciente de la radiación por repetición.

Para realizar un diagnóstico correcto debe utilizarse la técnica indicada, de lo contrario se obtendrán registros que no demuestren correctamente el estado en que se encuentra la región por estudiar.

El procesado de las películas en el cuarto oscuro debe efectuarse siguiendo los pasos establecidos para poder obtener una imagen nítida y - hacer una buena interpretación radiológica, evitando por lo tanto transformaciones en la imagen que pueden llegar a inutilizarla.

El uso de la radiación X sin precaución, puede llegar a afectar - en mayor o menor grado a las células somáticas y sexuales; llegando a producir alteraciones a nivel cromosómico.

Deben tomarse las medidas precautorias contra los rayos X, y han-
de estar instalados todos los accesorios para evitar la radiación innecesaria en cualquier parte que se emita radiación ionizante.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anderson, David L.
El Descubrimiento del Electrón.
Edit. Roverte Mexicana, S.A. México 1968.
- 2.- Behsnilian, Vartan.
Oclusión y rehabilitación.
2a. edición. Montevideo, 1974.
- 3.- Carraro, Albano.
Hallazgos radiológicos en el síndrome temporomandibular.
Edit. R.A.O. Argentina 1967.
- 4.- Choppin, Gregory R.
Química.
Edit. Publicaciones Culturales S.A. México 1969.
4a. edición.
- 5.- Glickman, Irvin.
Periodontología Clínica.
Edit. Interamericana S.A. de C.V. México, 1974.
4a. edición.
- 6.- Gómez, Mataldi Recaredo.
Radiología odontológica.
Edit. Mundi. Buenos Aires, 1975.

- 7.- Halliday, Resnick.
Física.
Edit. C.E.C.S.A. México, 1970.
- 8.- Henderson, Davis.
Prótesis parcial removible.
Edit. Mundi SAIC y F. Argentina, 1974.
- 9.- Hillebee-Larimore.
Medicina Preventiva.
Edit. Interamericana, S.A. México, 1966. 2a. edición.
- 10.- Lasala, Angel.
Endodoncia.
Edit. CROMOTIP C.A. Venezuela, 1971. 2a. edición.
- 11.- Lefort, Marc.
Radiaciones.
- 12.- Moyers, Robert E.
Manual de Ortodoncia.
Edit. Mundi S.A.I.S. y F. Argentina 1979.
- 13.- Myers, George E.
Prótesis de coronas y puentes.
Edit. Labor S.A. España, 1976.

14.- National Academy of Sciences, Washinton, D.C.

Traductor, Daisy Learns.

México, UNAM, 1958.

15.- O'brain, Richard C.

Radiología dental.

Edit. Interamericana 1975. 2a. edición.

16.- Pequeño Larrousse de Ciencias y Técnicas.

Edit. Lito. Ediciones Olimpia S.A. México, 1967.

17.- Ries, Centeno C.

Cirugía Bucal.

Edit. "El Ateneo". Argentina, 1975. 7a. edición.

18.- Saizar, P.

Prestodoncia total.

Edit. Mundi. Argentina 1972.

19.- Vitoria, Eduardo.

Manual de Química Teórica y Experimental.

Barcelona, C. Casals. 1944.

20.- Wurhrmann, Arthur H.

Radiología dental.

Edit. Salvat. México, 1971.