

22
3183222y



UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA

ESCUELA DE ODONTOLOGIA
INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Daño Hematopoyetico Causado por los Rayos Roentgen

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A :
Leticia Pérez Aguilar

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

DAÑO HEMATOPOYETICO CAUSADO POR LOS RAYOS ROENTGEN

INTRODUCCION

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS RAYOS ROENTGEN.

- a) Historia y Origen de los rayos Roentgen.
- b) Física de los Rayos Roentgen.

CAPITULO II: ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL SISTEMA HEMATOPOYETICO.

- a) Sangre (fórmula blanca y roja)
- b) Médula ósea.
- c) Bazo.

CAPITULO III: EFECTO DE LA RADIACION A NIVEL CELULAR.

- a) Tipos de radiación (Natural y Artificial)
- b) Ionización.
- c) Radiosensibilidad celular.
- d) Radioterapia y Repercusiones.

CAPITULO IV: PATOGENIA DE LAS RADIACIONES EN EL SISTEMA HEMATOPOYETICO

- a) Sangre.
- b) Médula ósea.
- c) Bazo.

CAPITULO V: MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA

- a) Diferentes tipos de aparatos para medir la radiación.
- b) Cirujano Dentista.
- c) Paciente.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

La acción biológica de los rayos Roentgen, es un tema extraordinario interés por los perjuicios crecientes que existen en el personal que labora en los departamentos de rayos Roentgen, perjuicios provocados por personas que pretenden conocer las ideas que repiten o por personas que pretenden mejorar labores fundándolas en la acción nociva de los rayos Roentgen acrecentándose todos estos perjuicios por la divulgación mundial que ha tenido la irradiación, con motivo de las explosiones nucleares y experimentos en las plantas nucleares con radiaciones ionizantes.

Hay que tratar, hasta donde mas se pueda establecer los efectos reales y verdaderos que las radiaciones pueden, causarnos, en efecto, existen efectos nocivos para los tejidos y células del organismo, pero estas acciones nocivas de los rayos Roentgen pueden ser evitadas mediante la protección adecuada. Este hecho está respaldado por las recientes estadísticas que demuestran que las lesiones por irradiación son muy escasas en los radiólogos y el personal que trabaja habitualmente en el departamento de rayos Roentgen, si se les compara por las lesiones por irradiación que sufren los no habituados a esta labor. Esto se debe al entrenamiento que adquieren los habituales manipuladores y a la aplicación correcta y constante de las medidas de protección adecuadas que son ignoradas e incumplidas por algunos. De modo que, frente a la realidad, existen tres puntos fundamentales que debemos seguir:

- 1.- Abolir el temor infundido por la irradiación.
- 2.- Prevenirse mediante el conocimiento de la protección real necesaria.
- 3.- Cumplir completa y correctamente las normas de protección.

DEFINICIONES

CONCEPTOS ELEMENTALES SOBRE ELECTRICIDAD

ELECTRON

Es la partícula elemental de la electricidad. Está rodeado constantemente por un campo eléctrico y, durante su desplazamiento (corriente eléctrica) adquiere momentáneamente otro campo magnético.

TENSION

Los electrones tienen igual carga eléctrica (negativa) y, por eso se repelen entre sí. De esto resulta que cuanto mayor sea la cantidad de electrones que tenga un conductor (mayor proximidad entre ellos), más intensa resultará la fuerza que trata de separarlos. Tal fuerza se denomina tensión potencial.

CAMPO ELECTRICICO

Constituye el espacio (distancia) hasta donde se manifiesta la tensión.

CORRIENTE ELECTRICA

Al ponerse dos cuerpos en comunicación, si uno tiene exceso de electrones (Negativo) respecto al otro que tiene menos electrones, la tensión del primero tratará de compensar la del segundo motivándose el desplazamiento de los electrones. Es lo que se denomina como corriente eléctrica.

POLOS

Se denomina polo negativo o cátodo el extremo o punto por el cual salen los electrones de un cuerpo y en contraposición, polo positivo o ánodo el extremo o punto por el cual entran.

El desplazamiento de los electrones (corriente eléctrica - rayos catódicos), se hace desde el polo negativo hacia el polo positivo.

Cuando los polos de una fuente electrógena se mantienen invariables (sin cambiar de signos) durante su funcionamiento, la corriente resulta unidireccional o directa, como ocurre con las pilas; en cambio, cuando varían de signo, funcionando alternativamente los polos como negativos y positivos, la corriente también experimentará variaciones de sentido, denominándose alternada.

CONDUCTORES

Según su comportamiento como transmisores de la corriente eléctrica, los cuerpos se clasifican prácticamente como buenos o malos conductores. Entre los buenos conductores figuran los metales, entre los malos conductores se encuentran los no metales. Los malos conductores también reciben el nombre de aisladores.

Es necesario tener en cuenta que no hay aislación absoluta, ya que ni aún en el vacío puede considerarse total.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

A mayor diferencia de tensión entre dos conductores, se producirá mayor velocidad de repulsión de los electrones. Esta energía cinética se denomina fuerza electromotriz y, se mide como la tensión (en voltios - v -).

En radiología se utiliza el kilovoltio (kv), que representa mil voltios. Los tubos radiológicos dentales funcionan con diferencia entre 45 y 100 kv.

INTENSIDAD AMPERAJE

La cantidad de electrones que se desplazan por sección de un conductor, durante un segundo, constituye la intensidad o amperaje de una corriente.

La intensidad se mide en amperios (A). En radiología se utiliza particularmente el miliamperio (mA), esto es, la milésima parte de A.

La intensidad de la corriente de alta tensión (rayos catódicos) que circula por un tubo dental varía, según el aparato entre 5 y 20 mA.

RESISTENCIA

Es la mayor o menor oposición que ofrece un conductor al desplazamiento de los electrones, o sea, a la corriente eléctrica. La resistencia se mide en Ohms u Ohmios.

POTENCIA

La potencia de una corriente (trabajo eléctrico por

tiempo) corresponde al producto del voltaje por el amperaje. El producto de $V \times I$ constituye el vatio o watt (W), que es la unidad de potencia.

LEY DE OHM

Los tres factores que intervienen en la corriente eléctrica: intensidad, es directamente proporcional a la fuerza electromotriz e inversamente proporcional a la resistencia:

$$I = \frac{E}{R}$$

EFEECTO JOULE

Al pasar por un conductor la corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor. Este fenómeno se conoce como Efecto Joule.

EFEECTO DE EDISON - RICHARDSON

Cuando por efecto de Joule se lleva a la incandescencia un conductor en el vacío, del conductor se desprenden electrones libres, formando el llamado vapor de electrones.

Por el filamento de los tubos dentales pasa una corriente de varios amperios, la cual provoca su calentamiento e incandescencia con la consiguiente producción de vapor de electrones.

TRANSFORMADORES

Un transformador consiste en dos arrollamientos de hilos

conductores (bobinas) separados por un núcleo de hierro. Un arrollamiento es de hilo grueso y corto, de pocas espiras, y el otro es de hilo largo y fino, con un gran número de espiras. El funcionamiento de un transformador ocurre así: La corriente alterna que pasa por una de las bobinas llamada primario, se eleva progresivamente en un sentido hasta llegar a su máximo, descendiendo a continuación hasta cero, para repetir en sentido contrario el mismo fenómeno. En esta forma, el campo magnético que ella determina a su alrededor experimenta una variación de intensidad y un cambio de signo. Estas modificaciones inducen otra corriente también alterna en la segunda bobina o secundario.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LOS LOS RAYOS ROENTGEN

HISTORIA Y ORIGEN

El 8 de noviembre de 1895, el doctor Wilhem Conrad Roentgen, Director del Instituto de Física de la Universidad de Wurzburg; al tratar de probar la opacidad de un cartón negro, agitó un tubo de rayos catódicos piriforme y lo cubrió en seguida con el cartón, el laboratorio se encontraba en completa oscuridad, de pronto observó una luz tenue y vió que era emitida por una pantalla de platino cianuro bórico.

El fenómeno era invisible pero mostraba algunas propiedades semejantes a la de los rayos de la luz visible, se proyectaba en línea recta y formaba sombras lineales de los objetos que encontraba a su paso. A estas radiaciones les llamó rayos X indicando que eran radiaciones desconocidas. Cierta ocasión, Roentgen interpuso su mano entre el tubo y la pantalla, y pudo ver en ella, la imagen de sus dedos, en donde aparecían más oscuras las sombras pertenecientes a sus huesos, y rodeados por unas sombras menos oscuras que se parecían a los tejidos blancos.

En ese mismo año entregó a la sociedad de FisicoQuímica de Wirzburgo, un manuscrito llamado "Información preliminar sobre una nueva clase de rayos", que se publicó el 7 de enero de 1896. El 9 de marzo se publicó un segundo libro titulado "Sobre una nueva clase de rayos, segundo informe" que incluía los efectos de

los rayos sobre las enfermedades malignas como: Carcinoma nasofaríngeo de estómago y, también problemas como la inflamación y tuberculosis. Finalmente el 10 de marzo de 1897, se publicó un tercer libro de nombre: "Observaciones subsiguientes acerca de las propiedades de los rayos X" En 1923, Roentgen falleció.

En la actualidad, a los rayos X, se los conoce como rayos Roentgen, en honor de dicho científico.

En 1896 fue descubierta la radioactividad y, dos años más tarde se hizo el segundo gran descubrimiento, que fue el Radio, metal de la familia del Bario, descubierto por los esposos Curie.

El radio emite continuamente una radiación Gamma electromagnética. En 1920 había aparatos de rayos Roentgen trabajando a menos de 200 Kv.

Es importante mencionar los accidentes y lesiones ocasionadas por el manipuleo y uso terapéutico del radium y los rayos Roentgen, que tuvieron origen poco tiempo después del descubrimiento de estos. Fue el físico Pedro Curie, la primera víctima de su notable descubrimiento. Invitado por una entidad científica de Londres para dar una conferencia sobre la radioactividad, transportó hasta allí, en uno de sus bolsillos de su chaleco, un tubo de vidrio con cierta cantidad de radium, la que le produjo en la región pectoral, una profunda úlcera radionecrótica, cuyos dolores le acompañaron hasta el resto de sus días.

Llevado por su gran curiosidad de investigador, repite el fenómeno experimentalmente sobre diferentes regiones de su cuerpo, colocando varias plaquitas con distintas cargas de radium cuya acción hizo prolongar entre diez minutos y varias horas.

Así mismo, pudo observar sobre su propia piel, el efecto biológico del radium en función de los miligramos ahora destruidos, y comprobar la formación de eritemas de distintas intensidades según la cantidad de radium aplicado y, el tiempo de permanencia del mismo.

A Curie le siguió Holzantch, a quien le amputaron ambas manos a raíz de un cáncer roentgenológico adquirido a consecuencia de los excesivos exámenes fluoroscópicos que efectuaba con deficiente protección para sus manos, como se acostumbraba a proceder en la primera era radiológica, por desconocimiento de los riesgos a que se exponía ese trabajo.

FISICA DE LOS RAYOS ROENTGEN

Los rayos Roentgen son un tipo de ondas electromagnéticas que viajan con la misma constante de velocidad que la luz (300,000 Km / seg) en el vacío. Todas las ondas electromagnéticas (incluyendo las de radio, calor luz ultravioleta y rayos Roentgen) tienen la misma forma y viajan a la misma velocidad, pero difieren en la longitud de onda; ésta es la distancia entre dos crestas y la onda. El número de crestas durante un segundo es la frecuencia de onda. La longitud de onda de los rayos Roentgen, es extremadamente corta, en una radiografía ordinaria, el rango estándar de la longitud de onda de los rayos Roentgen es de 0.1 a 0.5 Å ($\text{Å} = 10^{-10}$ cm ó a una cienmillonésima de centímetro)

Además de la característica e importante propiedad (de atravesar los cuerpos) los rayos Roentgen tienen también otras importantes propiedades:

- a) Atacan las sales de plata (haluros), que son fundamento de la radiología.
- b) Exitan la fluorescencia de determinadas sustancias: base de la radioscopia.
- c) Absorción por medios biológicos, que se traduce en modificaciones celulares: irritabilidad, inhibición o destrucción según la dosis: motivo de su utilización terapéutica o radioterapia.

APARATO RADIOGRAFICO

CIRCUITO ELECTRICO

Escencialmente, el circuito eléctrico radiógeno, está

integrado por transformadores y tubos.

En la mayoría de los aparatos actuales, los transformadores y el tubo van ubicados dentro de una unidad blindada denominada tanque y, sumergidos en aceite, el cuál actúa a la vez como aislante y refrigerante.

TUBO RADIOGENO

El tubo es la parte vital y específica del aparato de rayos Roentgen; constituye esencialmente un acelerador de partículas: Los electrones.

El tubo termoelectrónico o el cátodo incandescente, fue ideado en 1912, por el Ingeniero W. D. Coolidge, de la General Electric. Consiste en una ampolla de vidrio ferrico pixex, dentro del cual se ha logrado un vacío del orden de billonésimas de atmósferas; en ese vacío se encuentran enfrentados dos electrodos de forma diferente: el cátodo (-), productor de electrones, que consiste en un filamento en espiral (de tungsteno; se utiliza tungsteno por que es un metal que tiene un punto alto de fusión) rodeado de una pantalla o pared (de molibdeno) denominada pieza de concentración o copa focalizadora; y el ánodo (+), receptor de electrones, llamado corriente anticátodo, formado por un grueso cilindro de cobre, cortado de bisel frente al cátodo; esta pared frontal lleva encastrado un bloque de tungsteno para blanco o impacto de los rayos catódico; el cilindro, por su extremo opuesto sobresale de la ampolla de vidrio, lo que facilita su refrigeración (radiador térmico)

En síntesis, la función del tubo consiste en:

- a) Producir vapor de electrones.
- b) Acelerar estos contra el anticátodo
- c) Emitir rayos Roentgen.

FUNCIONAMIENTO DE LA RELACION TRANSFORMADOR - TUBO.

Para su funcionamiento, el tubo se halla unido a dos transformadores; uno de alta tensión y el otro de baja tensión. Haciendo funcionar el transformador de baja tensión, que se halla unido al filamento del cátodo de gran intensidad (3 a 5 A), por el efecto de Joule se produce su incandescencia, con la consiguiente producción de vapor de electrones. Una vez logrado esto, entra en funcionamiento el transformador de alta tensión, es decir, cuando dicha corriente lo haga en sentido filamento anticátodo. Simultáneamente la pieza de concentración, por acción electrostática concentrará los electrones bajo la forma de un estrecho haz (rayos catódicos) forma en que chocarán en la superficie focal o blanco de tungsteno.

El desequilibrio energético que produce el choque de los rayos catódicos (electrones libres) sobre los electrones satélites de las órbitas profundas de los átomos de tungsteno, origina la emisión de rayos Roentgen.

CALIDAD Y CANTIDAD

Así como las radiaciones luminosas se identifican por su color y cantidad, los rayos Roentgen lo son por su cantidad y calidad.

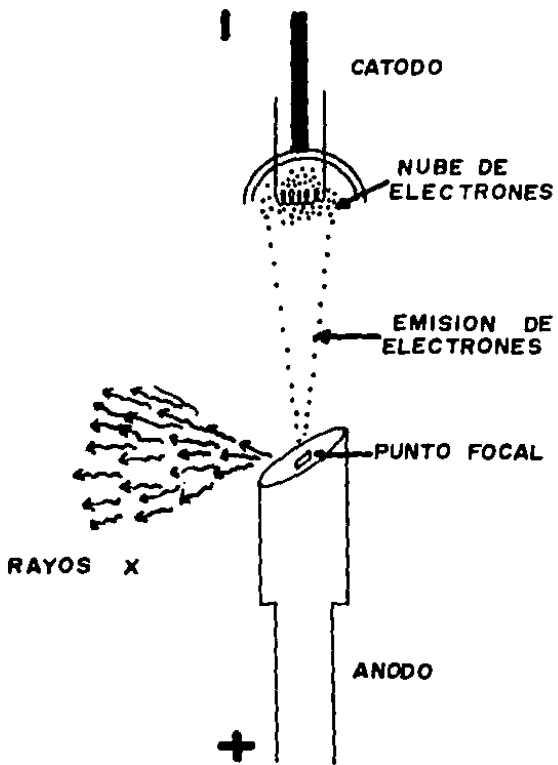


DIAGRAMA QUE DESCRIBE LA CONVERSION DE ENERGIA ELECTRICA EN EMISION DE ELECTRONES CON ALTA VELOCIDAD DENTRO DE LA RADIACION CON RAYOS ROENTGEN

CALIDAD Y VOLTAJE

La calidad de los rayos Roentgen, depende de la longitud de onda, la cual se haya relacionada matemáticamente con la diferencia de tensión utilizada.

Por su calidad, los rayos Roentgen se consideran:

blandos

medios

duros

Los rayos blandos corresponden a una onda efectiva de 0.5 A (50 - 60 Kv) Los rayos medios corresponden a una onda de 0.45 A (60 - 75 Kv) y, Los duros corresponden a una onda efectiva de 0.45 A (75 - 100 Kv)

La calidad es un factor importante puesto que, la penetración de los rayos Roentgen en los cuerpos será mayor o menor.

Los rayos blandos, por tener mayor longitud de onda, son menos penetrantes, porque son absorbidos fácilmente por los cuerpos (materia); en cambio, los rayos duros, por tener menor longitud de onda, se absorben en menor cantidad, siendo en consecuencia más penetrantes.

CANTIDAD (MILIAMPERAJE - TIEMPO)

Cada radiación Roentgen, representa el choque de un electrón libre, por lo tanto la cantidad de rayos Roentgen que emite el tubo, estará íntimamente relacionada con el número de electrones que chocan por segundo en el anticátodo. Esto es, con la intensidad de alta corriente de alta tensión.

De acuerdo con esto, en la práctica, la cantidad de

rayos emitidos por el tubo en un segundo se calcula indirectamente multiplicando la intensidad de la corriente de alta tensión (multiamperímetro) por el tiempo de exposición determinado, con sólo variar el tiempo de exposición, variará la cantidad de rayos Roentgen.

C A P I T U L O I I

ANATOMIA Y FISILOGIA DEL SISTEMA HEMATOPOYETICO

SANGRE

La sangre es un líquido viscoso, constituida por elementos formes (glóbulos rojos, glóbulos blancos) y plasma; que constituye la porción no celular de la sangre. Constituye parte del líquido extracelular y comunica constantemente con el líquido intersticial a través de los poros capilares.

El plasma tiene un 7% de proteínas, las principales son: albúmina, globulina y fibrógeno.

La albúmina es una proteína que existe en casi todos los tejidos animales y vegetales soluble en agua y coagulable por el calor. Contiene Carbono, Calcio, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre. La albúmina es una proteína de peso molecular muy bajo.

La globulinas son proteínas que se caracterizan por ser insolubles en agua pura, pero son solubles en soluciones diluidas de cloruro de sodio. Se distinguen de las albúminas por su menor solubilidad, mayor peso molecular, sedimentación más rápida. Son coagulables por el calcio. El papel principal de las globulinas es que tienen a su cargo las inmunidades naturales y adquiridas contra organismos invasores.

Fibrinógeno es una globulina de la sangre, linfa y exudados de la que deriva principalmente la fibrina. Durante la coagulación de la sangre el fibrógeno se polimeriza en largos filamentos de fibrina, formando así coágulos sanguíneos que ayudan a reparar fugas del sistema circulatorio.

FORMACION DE LAS PROTEINAS PLASMATICAS:

El hígado fabrica prácticamente todas las albúminas y fibrinógeno, así como la mitad o más de las globulinas. El resto de las globulinas proviene de tejido linfoide y otras células del sistema retículo endotelial, esta fracción corresponde sobre todo a las globulinas "gamma", que constituyen anticuerpos.

El hígado puede formar proteínas plasmáticas con gran rapidez, hasta 4 grs. por hora, o sea unos 100 grs. diarios. En ciertas enfermedades se pierde gran cantidad de proteínas plasmáticas en poco tiempo, las quemaduras graves que destruyen grandes superficies de piel, acarrear la pérdida de varios litros de plasma al día por dichas superficies. Evidentemente, en estos casos es vital la rápida síntesis proteínica por el hígado.

SANGRE: FORMULA BLANCA Y ROJA

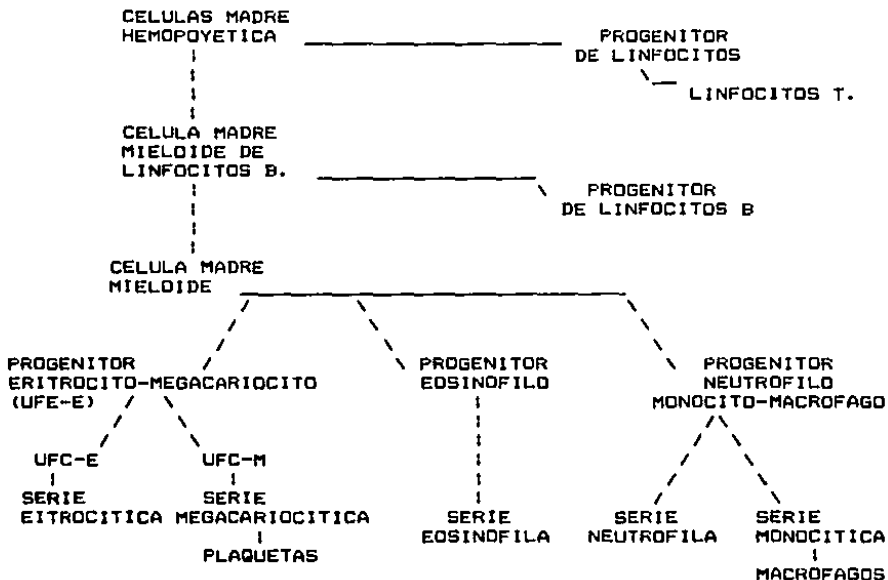
La formación de las células hemáticas suele llamarse hematopoyesis Hemato: Sangre, poiesis: Formación, suele abreviarse como Hemopoyesis. Existen dos tipos de tejidos Hemopoyéticos, llamados: Tejido Mieloide y Linfático, uno se llama Mieloide, Mielos: Medula, debido a que sus precursores:

- 1.- Los eritrocitos y sus precursores inmediatos,
- 2.- Los leucocitos granulosos y precursores inmediatos,
- 3.- Las Plaquetas y las células que las originan se albergan en la médula que llena las cavidades de los huesos.

Los linfocitos y lo que se consideró sus precursores, eran abundantes en timo, ganglios linfáticos y bazo, por lo que a estos se les llama Tejido Linfático.

Por medio de estudios se ha comprobado que en la etapa prenatal en el ser humano las células de la serie mieloide son producidas en el bazo y tejido linfático. Las células hemáticas son un tejido donde sus células se renuevan así mismas.

Busquema del origen de células hemáticas, a partir de células madres:



Las células hemáticas son un grupo de células libres de tejido conectivo que, en estado normal no actúan unidas entre sí ni con otra clase de células; tampoco se mantienen en su sitio, en virtud de la substancia intracelular como la mayor parte de las clases de células de tejido conectivo. Las células hémicas

se forman en el tejido hematopoyético, el principal formador es la médula ósea; y cuando entran a la sangre están en suspensión en el plasma.

Las células hemáticas se clasifican en dos grupos principales: los eritrocitos y los leucocitos. En el plasma hay también en suspensión cuerpos diminutos denominados plaquetas.

Aunque los glóbulos rojos recién aislados y observados en el microscopio tienen color pardizo, su abundancia les da el color rojo. Suelen llamarse eritrocitos (gr. erythros = rojo); los glóbulos blancos se llaman leucocitos (gr. leukos = blanco), aunque recién extraídos son incoloros; cuando están agrupados se ven de color blanco.

Tanto los eritrocitos, como los glóbulos blancos circulan por la sangre. Pero, a diferencia de los eritrocitos (que desempeñan sus funciones en la corriente circulatoria), los leucocitos actúan al emigrar a través de las paredes de los vasos sanguíneos de pequeño calibre hacia los tejidos del cuerpo.

CLASIFICACION DE LAS CELULAS HEMATICAS

| | |
|-----------------|-------------|
| FORMULA ROJA: | Eritrocitos |
| | Plaquetas |
| FORMULA BLANCA: | Leucocitos |
| | Neutrófilos |
| L.granulosos: | Eosinófilos |
| | Basófilos |

na) coloreada; en consecuencia, la hemoglobina también se llama pigmento. En la célula existe poca cantidad de otra proteína, varias enzimas y algunos lípidos, además de hemoglobina.

La cantidad de hemoglobina es de aproximadamente 34 g por 100 ml. de glóbulos rojos.

La producción de los glóbulos rojos se lleva a cabo en la médula ósea de todos los huesos hasta llegar a los 5 años de edad, pero después de esta edad de aproximadamente 20 años la médula de los huesos largos se vuelve grasa y ya no produce eritrocitos.

Pasada esta edad, la mayor parte de glóbulos rojos se producen en la médula de huesos membranosos, como vertebras, esternón, costillas y pelvis.

Los glóbulos rojos salen de la médula y penetran en el torrente sanguíneo, normalmente circulan durante 120 días antes de ser destruidos.

Cuando las células se vuelven viejas, resultan progresivamente más frágiles. Cuando la membrana celular se ha vuelto muy frágil, se rompe al atravesar algún lugar estrecho en la circulación. Muchas de las células rojas se fragmentan en el bazo, donde las células son destruidas a través de la pulpa roja del bazo.

La destrucción de la hemoglobina se lleva a cabo cuando ésta es liberada de las células que se rompen es fagocitada y digerida casi inmediatamente por las células reticuloendoteliales, liberando hierro, que va a parar nuevamente a la sangre, llegando a la médula ósea forma nuevos glóbulos rojos.

PLAQUETAS

Las plaquetas son pequeños discos redondos u ovales de 2 micras de diámetro. Las plaquetas son fragmentos de megacariocitos; los cuales son células voluminosas de núcleo grande. Además de tener núcleo voluminoso, los megacariocitos poseen abundante citoplasma. Cada megacariocito da origen a aproximadamente a 4000 plaquetas. El intervalo desde la diferenciación de la célula estimal hasta la producción de plaquetas es en promedio de aproximadamente 10 días en el ser humano.

La duración normal de vida de las plaquetas es de 7 a 10 días. Después de lo cual probablemente serán fagocitadas por macrófagos.

El procedimiento de formación de las plaquetas se lleva a cabo en la médula ósea; por esto las plaquetas están completamente cubiertas por membrana celular. En este sentido la sangre de los mamíferos difiere de las aves, pues ésta última presenta células nucleares muy pequeñas llamadas trombocitos, que tienen la misma función de las plaquetas humanas.

FUNCION DE LAS PLAQUETAS

La principal función de las plaquetas es la formación de tapones mecánicos durante la respuesta hemostática normal a una lesión vascular. El punto central de esta función son las reacciones de adhesividad, liberación, agregación y fusión de las plaquetas; así como su actividad procoagulante.

MECANISMO DEL TAPON DE PLAQUETAS

La reparación con plaquetas de las aberturas vasculares se basa en varias funciones importantes de las propias plaquetas: cuando entran en contacto con una superficie mojabla, como las fibras colágenas de la pared vascular, inmediatamente cambian muchísimo sus características. Empiezan a hincharse; adoptan formas irregulares con muchas prolongaciones irradiando de sus superficies; se vuelven viscosas, de manera que se pegan a las fibras colágenas y secretan grandes cantidades ADP. El ADP, a su vez, actúa sobre las plaquetas vecinas para activarlas, y la adhesividad de estas plaquetas adicionales hacen que se adhiera a la plaqueta originalmente activadas. Por lo tanto a nivel de cualquier desgarro de un vaso, la colágena expuesta de los tejidos subendoteliales desencadena un círculo vicioso de activación de un número creciente de plaquetas, estas se acumulan para formar el tapón de plaquetas. Este es un tapón bastante laxo pero suele lograr bloquear la pérdida de sangre.

LEUCOCITOS

Los leucocitos son unidades móviles del sistema reticulotelial. Se forman en parte de la médula ósea (granulocitos) y en parte en los ganglios linfáticos (linfocitos y monocitos), pero después de producidos son transportados por la sangre a diferentes partes de la economía.

El valor fundamental de los glóbulos blancos estriba en que son transportados específicamente a zonas donde hay inflamación intensa.

BASES PARA CLASIFICAR A LOS LEUCOCITOS

Los leucocitos comenzaron a estudiarse con microscopio fotónico en frotis teñidos, por lo cual la nomenclatura utilizada para diferenciarlos se fundó principalmente en ésta clase de preparación. Se aceptó que las 5 clases identificadas representaban sólo 2 tipos principales, el primero caracterizado por citoplasma granuloso y el segundo por citoplasma no granuloso en consecuencia, los leucocitos se clasifican como granulosos y no granulosos, nomenclatura que permanece hasta hoy, a pesar de haber comprobado que los leucocitos no granulosos pueden poseer algunos gránulos. Es importante percatarse que esta primera etapa de clasificación se funda en el aspecto del citoplasma en el microscopio fotónico.

Hay 3 clases de leucocitos granulosos según la reacción a la tinción de los gránulos citoplásmicos.

Los que tienen gránulos específicos, que se tiñen ávidamente con colorantes ácidos, se llaman leucocitos granulosos

PROPIEDADES DE LOS GLOBULOS BLANCOS

- **Diapédesis:** Los glóbulos blancos pueden deslizarse a través de los poros de los vasos sanguíneos por un proceso de diapédesis. A pesar de que el poro es mucho menor que el volumen de la célula, una pequeña parte de esta se desliza a través del mismo, y la porción que se desliza está momentáneamente constreñida hasta las dimensiones del poro.

- **Movimiento Amiboides:** Una vez que las células han alcanzado los espacios tisulares, los PMN sobre todo, y en menor grado linfocitos y monocitos se desplazan a través de los tejidos. El movimiento amiboldeo significa movimiento de toda la célula en relación con el medio que la rodea. También se puede describir como movimiento propio de las amebas o de los leucocitos que se efectúan por la expansión y retracción sucesivas de prolongaciones protoplasmáticas o pseudópodos.

Algunos leucocitos pueden moverse a través de los tejidos con velocidad de 40 micras de minuto o sea que pueden desplazarse 3 veces su propia longitud cada minuto.

- **Quimiotaxis:** Cierta número de sustancias químicas colocadas en los tejidos hacen que los leucocitos se alejen o se acerquen a la fuente de tales productos químicos. Este fenómeno recibe el nombre de Quimiotaxis.

Productos degenerativos de tejidos inflamados pueden hacer que los neutrofilos monocitos se desplacen hacia la zona de inflamación.

Además, cierto número de toxinas bacterianas pueden causar Quimiotaxis de los leucocitos.

- Fagocitosis: La función más importante de los neutrófilos y monocitos es la fagocitosis.

Evidentemente los fagocitos han de poder seleccionar el material fagocitado, de lo contrario serían ingeridas las estructuras del propio cuerpo.

Que se produzca o no fagocitos dependerá sobre todo de 3 métodos de elección.

En primer lugar, si la superficie de una partícula es áspera, aumentan las probabilidades de fagocitosis.

En segundo lugar, la mayor parte de las sustancias naturales del cuerpo tienen cargas de superficie electronegativas; en consecuencia, son repelidas por los fagocitos que también son electronegativos.

Por otra parte, los tejidos muertos y las partículas extrañas suelen ser electropositivas y por lo tanto son fagocitados.

En tercer lugar, el cuerpo tiene un medio para promover la fagocitosis de materiales extraños combinando primero las partículas extrañas con moléculas de globulina denominadas opsoninas.

Después de las opsoninas se ha combinado con la partícula, la opsonina permite la adherencia del fagocito a la superficie de dicha partícula, lo cual facilita la fagocitosis.

Un neutrófilo suele poder fagocitar de 5 a 20 bacterias antes de ser inactivado y morir.

LEUCOCITOS GRANULOSOS

NEUTRÓFILOS (POLIMORFONUCLEARES)

Esta célula, cuyo diámetro es de 12 a 15 milimicras, cuenta con un característico núcleo denso constituido por 2 a 5 lóbulos.

En estado normal, 50 a 70% de los leucocitos, son neutrófilos. En números absolutos se considera normal, 3000 a 6000 mm cúbicos de sangre. Un individuo posee 15000 a 30000 millones de polimorfonucleares en circulación.

Los neutrófilos son los más frecuentes por lo general la primera clase de leucocito que se observa en un frotis normal.

INFLAMACION Y FUNCIONES DE LOS POLIMORFONUCLEARES

Los neutrófilos son muy importantes en la inflamación aguda. Cuando hay daño de cualquiera de los tejidos corporales, la reacción que tiende a imitar la propagación y a vencerla requiere de leucocitos y plasma sanguíneo, células y sustancias intercelulares de tejido conectivo.

La función más importante del neutrófilo es la fagocitosis.

Los neutrófilos que penetran en los tejidos ya son células maduras que pueden empezar a fagocitar. Al acercarse a una partícula que va a ser fagocitada, el neutrófilo proyecta pseudópodos en todas direcciones alrededor de la misma, y los pseudópodos se unen entre sí en el lado opuesto y se fusionan.

Esto crea una cavidad cerrada que contiene la partícula fagocitada. Después ésta cavidad se invagina hacia el interior de

la cavidad citoplásmica y la porción de la membrana externa de la célula para formar una vesícula fagocítica que flota libremente dentro del citoplasma.

Un neutrófilo suele poder fagocitar de 5 a 20 bacterias antes de ser inactivado y morir.

EOSINOFILOS

Esta célula presenta un diámetro de 12 a 17 milimicras.

Los eosinófilos corresponden del 1 al 3 % de todos los glóbulos blancos. Los eosinófilos son fagocitos poco intensos, y presentan quimiotaxis moderada pero en comparación con los neutrófilos es dudoso que los eosinófilos tengan gran importancia para proteger contra los tipos más corrientes de infección.

Los eosinófilos se encuentran en gran cantidad en la mucosa del intestino, y en los tejidos pulmonares, donde normalmente penetran en el organismo proteínas extrañas. Se ha supuesto que la función de los eosinófilos sería desintoxicar las proteínas antes que pudieran lesionar el cuerpo.

FUNCIONES DE LOS EOSINOFILOS

Después de dejar la médula ósea donde son formados los eosinófilos pasan unas horas en la corriente circulatoria (La vida media en la sangre es de 3 a 8 hr). Después al igual que los polimorfonucleares, salen de la circulación y entran en los tejidos donde habitan unos días y desempeñan sus funciones.

Desde hace largo tiempo se sabe que los eosinófilos participan de alguna manera en los fenómenos anafilácticos, por que son mas abundantes en sitios de reacciones alérgicas y en la sangre de los individuos que sufren alergia.

Una hormona, la hidrocortisona que inhibe las reacciones alérgicas, disminuye el número de eosinófilos que circulan en la sangre.

En realidad, se considera que la variación diurna del número de eosinófilos en individuos normales guarda relación con cambios diurnos en el nivel de secreción de hidrocortisona por la corteza suprarrenal.

Un papel de los eosinófilos es atenuar los efectos de las reacciones alérgicas locales.

BASOFILOS

Los basófilos forman sólo aproximadamente 0.5% de los leucocitos en la sangre: en consecuencia para encontrar un buen ejemplo puede ser necesario examinar varios centenares de leucocitos y quizás incluso varios frotis de sangre.

Los basófilos suelen tener de 10 a 12 milimicras de diámetro.

FUNCIONES DE LOS BASOFILOS

No se ha comprobado claramente el papel de los basófilos. Son fagocitarios y contienen aproximadamente 5% de la Histamina que se presenta en la sangre.

Además al igual que los eosinófilos, tienden a salir de la sangre para efecto de algunas hormonas, por ejemplo la hidrocortisona. Así mismo tienden a acumularse en focos de inflamación.

Otra función es la de liberar histamina hacia la sangre, substancia que puede evitar la coagulación sanguínea, y también estimular la desaparición de partículas grasas de la sangre después de una comida rica en lípidos. Por lo tanto, es posible que los basófilos de la sangre tengan funciones similares dentro del torrente vascular, o incluso que la sangre simplemente transporte los basófilos hacia los tejidos donde llevarán a cabo la función de liberar heparina.

Es un hecho bien conocido que la inflamación prolongada hace que los glóbulos rojos tiendan a aglomerarse. Por lo tanto es posible que éste aumento de elementos basófilos en la sangre y

en los tejidos sirva liberando heparina, que bloquea el proceso de coagulación de la sangre, para combatir esta tendencia de las células al adherirse.

LINFOCITOS

Los linfocitos son una de las cinco clases de células hemáticas; recibieron este nombre porque son el único tipo de célula sanguínea que se observa de manera regular y abundante en la linfa al igual que en la sangre.

Estas células ayudan a fagocitar y a defender el cuerpo contra infecciones y otras invasiones extrañas.

Existen dos tipos de linfocitos: Los tipos T y los B.

Algunos linfocitos nacen en la médula ósea y pasan al timo, donde proliferan. Estas células elaboradas en el timo, linfocitos T, luego pueden reingresar en el torrente sanguíneo y volver a la médula ósea, o bien a órganos linfoides periféricos donde pueden vivir durante meses o años.

De ellos depende la reacciones inmunológicas mediadas, que incluyen el rechazo de injertos extraños.

Los linfocitos T rodean al injerto y producen factores que finalmente lo destruyen.

Otros linfocitos, los linfocitos B (asi llamados porque requieren la Bolsa de Fabricio, un órgano linfoide de la cloaca de los pájaros, o su equivalente no identificado en los mamíferos para su desarrollo) al parecer no atraviesan el timo, sino que pasan directamente siguiendo el torrente sanguíneo a los tejidos linfoides generales.

Se cree que viven unos cuantos días.

Quando se exponen a antígenos en cualquier sustancia indeseada o anormal presente en el cuerpo, los linfocitos B se

convierten por diferenciación en células plasmáticas que sintetizan anticuerpos y los liberan a la sangre, linfa y líquido extracelular.

Los linfocitos T y los macrófagos tienen papel importante en este fenómeno al poner a los antígenos en contacto con los linfocitos B.

Los linfocitos B también son precursores de células de memoria, linfocitos que han estado en contacto con un antígeno pero no se han convertido por diferenciación en células plasmáticas. Cuando estas células vuelven a ponerse en contacto con el mismo antígeno, proliferan rápidamente y se convierten por diferenciación en células plasmáticas que sintetizan anticuerpos contra el antígeno. Ello explica porque una segunda inyección de antígeno origina mayor y más rápida producción de anticuerpos que la primera inyección.

MONOCITOS

Los monocitos tienen de .12 a 15 milimicras de diámetro.

Son los leucocitos más voluminosos observados en un frotis sanguíneo. Poseen un núcleo grande central, oval o dentado.

FUNCION:

FAGOCITOSIS POR MONOCITOS

Cuando los monocitos salen de la médula ósea y pasan a la sangre, todavía son células muy inmaduras. Al cabo de unas pocas horas los monocitos penetran en los tejidos, donde empiezan a observarse cambios netos.

Los monocitos se hinchan, muchas veces aumentando su diámetro hasta cinco veces.

También desarrollan en el citoplasma un número muy grande de lisosomas y mitocondrias, que le dan el aspecto de un saco lleno de gránulos. Estas células se llaman ahora macrófagos y representan la forma madura de los monocitos. Estos macrófagos, son fagocitos mucho más potentes que los neutrófilos, a veces capaces de fagocitar hasta cien bacterias.

Tienen la capacidad de aprisionar partículas mucho mayores y frecuentemente cinco o más veces el número de partículas que pueden aprisionar los neutrófilos; pueden incluso fagocitar glóbulos rojos completos, o parásitos palúdicos, mientras que los neutrófilos no son capaces de fagocitar partículas mucho mayores que las bacterias. Los macrófagos también tienen mucha mayor habilidad que los neutrófilos para fagocitar tejido necrótico, lo cual constituye una función muy importante de estas células en infecciones crónicas.

La duración de vida de los monocitos en circunstancias normales; es de un promedio de tres días en la corriente circulatoria.

MEDULA ÓSEA

El tejido mielóide en estado normal está limitado a las cavidades medulares del hueso; por lo que se denomina médula ósea.

Es el órgano mayor del organismo, y comprende aproximadamente 4.5% del peso corporal total.

En el adulto hay dos tipos de médula ósea, roja y amarilla.

La médula ósea roja es principalmente hematopoyética, en tanto que la amarilla presenta sustitución de gran parte del tejido hematopoyético por grasa.

En el adulto la médula ósea, esto principalmente en esternón, costillas, vértebras, cráneo y las epífisis proximales de algunos huesos largos.

El tejido mielóide incluye una trama o estroma, vasos sanguíneos y células libres que se encuentran en el retículo del estroma.

ESTROMA

La trama es una red laxa de fibras reticulares en asociación íntima con células reticulares fagocíticas y primitivas. Las células grasas se encuentran diseminadas únicamente en el estroma, a diferencia de la médula ósea amarilla en que las células grasas están tan compactas que excluyen prácticamente los demás elementos.

VASOS SANGUÍNEOS

El dato característico de la circulación del tejido mieloide es la presencia de sinusoides tortuosos de grueso calibre que difieren de los capilares por el mayor diámetro y la íntima relación con las células reticulares adventicias que tienen actividad fagocitaria mínima. La pared de los sinusoides posee fenestraciones amplias y lámina basal circundante es incompleta.

Los defectos de la pared permiten que las células hemáticas neoformadas entren rápidamente a la circulación, las arteriolas se conectan directamente con los sinusoides, que son drenados por venas angostas de pared delgada que salen de la médula ósea en muchos sitios.

CELULAS LIBRES

Las células libres entre las tramas del estroma representan todas las etapas de la maduración de eritrocitos maduros y los tres tipos de leucocitos granuloso y no granuloso (linfocitos, monocitos y algunas células plasmáticas) entre los elementos inmaduros.

La formación de células hemáticas suele llamarse hematopoyesis.

De manera análoga el tejido en el cual se producen células hemáticas se llama tejido hematopoyético. Sin embargo, éste nombre suele abreviarse a tejido hemopoyético.

Hay dos clases de tejidos hemopoyéticos, llamado respectivamente tejido mieloide y linfático.

Uno se llama mielóide porque desde que las células hemáticas y sus precursores inmediatos pudieran identificarse con el microscopio fotónico se comprobó que en el ser humano:

- 1) los eritrocitos y sus precursores inmediatos,
- 2) los leucocitos granulados y sus precursores inmediatos .

3) las plaquetas y las células que las originan, se albergan en la médula que llena las cavidades de los huesos.

También se apreció que los linfocitos y los que se consideró sus precursores inmediatos eran tan abundantes en timo, ganglios linfáticos y bazo, que estos tejidos tan ostensiblemente ricos en linfocitos, debían llamarse tejidos linfáticos.

BAZO

Es el más grande de los órganos linfoides, tiene la forma y dimensiones de la mano empuñada. Está situado en el abdomen bajo las costillas novena, décima y décimoprimeras con el eje mayor paralelo a ellas. El color púrpura depende de la abundancia de sangre que contiene. Posee consistencia blanda y es más frágil que la mayor parte de los órganos.

La mayor parte de la superficie es lisa y no está unida por grasa ni tejido conectivo laxo a otros órganos ni estructuras con las cuales está en contacto; esa superficie se llama serosa. Puede advertirse un surco largo cerca del borde interno que se llama hilio.

Al acercarse al hilio alargado, la arteria esplénica se divide en varias ramas que entran en el parenquima del bazo separadamente en distintos sitios. Las venas y los linfáticos salen del bazo en relación con las arterias que entran en él.

Las venas después se unen para formar la esplénica.

PULPA BLANCA

La apariencia de la pulpa blanca son zonas grises diseminadas de tejido compacto pulposo, forma una vaina periarterial de linfocitos alrededor de las arterias; cuya adventicia es sustituida en gran medida por tejido reticular.

El tejido reticular está infiltrado con linfocitos, que forman áreas de tejido linfático difuso y nodular. Las células que existen en este tejido son predominantemente linfocitos pequeños; además hay linfocitos medianos y grandes, monocitos y células plasmáticas.

PULPA ROJA

Es una masa roja de consistencia pastosa. Es más blanda que la pulpa blanca y está infiltrada con elementos de la sangre circulante. Ocupa todo el espacio no utilizado por las trabéculas y la pulpa blanca. Incluye numerosos senos venenosos. El tejido de sostén de la pulpa es un retículo típico con células reticulares asociadas primitivas y fagocíticas.

En el interior de los huecos de éstos retículos se encuentran los linfocitos, macrófagos libres y los elementos de la sangre circulante.

Los linfocitos de tamaño grande, medio y pequeño son numerosos en la pulpa blanca, pero son menos y están más diseminados en la pulpa roja. Los distintos tipos de linfocitos nacen en la pulpa blanca y se diseminan en la pulpa roja por movimientos amiboides. Los monocitos son bastante numerosos, algunos de ellos son llevados por la corriente sanguínea; otros provienen del bazo por proliferación de células o diferenciación de hemocitoblastos.

La pulpa roja también contiene numerosas células plasmáticas, leucocitos granulados y eritrocitos.

Entre la pulpa blanca y la roja hay zonas marginales de contorno vago de tejido linfático difuso que contiene pocos linfocitos y abundantes macrófagos. Estas zonas atrapan antígenos de la circulación y son importantes para la actividad inmunológica del bazo.

En la pulpa blanca los linfocitos T y B suelen estar separados en dos sitios. Los linfocitos T pueblan la vaina

periarterial y los linfocitos B están concentrados en las zonas marginales y nódulos.

Desde el nacimiento hasta el comienzo de la vida adulta, la pulpa blanca forma la mayor parte del bazo, pero con el envejecimiento va disminuyendo, se reduce el número de nódulos esplénicos y la pulpa roja resulta cada vez más prominente.

FUNCIONES DEL BAZO

1) El bazo es el sitio donde los antígenos que llegan a la sangre pueden activar linfocitos adecuadamente programados para convertirse en células inmunológicamente activas.

2) En el hombre en la vida fetal el bazo produce no sólo las células de la serie linfocítica sino también de las series granulocítica y eritrocítica además de megacariocitos y plaquetas.

3) En el bazo abundan macrófagos que pueden llegar fácilmente a la sangre que circula en él. La materia principal fagocitada al filtrar la sangre, son los eritrocitos gastados y viejos; pero también participan en la fagocitosis de leucocitos y plaquetas antiguos.

4) La mayor parte del hierro liberado de la hemoglobina de los eritrocitos antiguos que fagocita el bazo vuelve a la circulación, donde se utiliza otra vez para formar nuevos eritrocitos en la médula ósea.

5) Los macrófagos del bazo también producen un pigmento, la bilirrubina, de la degradación de la hemoglobina, que circula al hígado donde se convierte en componente de la bilis.

6) El bazo en estado normal, está más o menos distendido con sangre que circula por su interior y en éste sentido actúa más o menos como almacén sanguíneo.

7) Las plaquetas pueden ser almacenadas en el bazo, pues en estado normal un porcentaje de las plaquetas se presentan en éste órgano.

CAPITULO I I I

EFECTO DE LA RADIACION A NIVEL CELULAR

TIPOS DE RADIACION (NATURAL Y ARTIFICIAL)

Las radiaciones forman parte del mundo en que vivimos. La humanidad ha estado expuesta siempre a radiaciones visibles e invisibles que proceden de la materia existente en todo el universo.

Todos estamos familiarizados con varias formas de radiación.

Ejemplo: luz - radiación visible

calor - radiación sensible

rayos ultravioletas del sol - radiación invisible

rayos Roentgen

Se conoce como radiación nuclear a las partículas o a las ondas electromagnéticas que emiten ciertos núcleos de átomos inestables.

Los tipos de radiación o partículas emitidas más importantes son:

Radiación Alfa : núcleos de helio compuestos por dos protones y dos neutrones.

Radiación Beta : partículas con la masa de los electrones, que pueden ser positivos o negativos.

Radiación Gamma : son ondas electromagnéticas con mayor energía que los rayos Roentgen.

Rayos Roentgen : son ondas electromagnéticas como la luz, pero con mayor poder de penetración.

Radiaciones Cósmicas : son partículas de energía muy altas que bombardean la tierra desde el espacio exterior. A mayor altura tienen mayor intensidad que al nivel del mar en donde la atmósfera terrestre es más densa y da más protección.

RADIACIONES NATURALES

Las radiaciones naturales provienen de los rayos cósmicos que nos llegan del espacio exterior (del sol y otras estrellas) y de los elementos llamados radiactivos, que se encuentran incluso en los materiales con los que se fabrican las casas habitación, en el aire que respiramos.

Entre estas sustancias emisoras de radiaciones se pueden mencionar el uranio, el torio y el radio.

El uranio y el radio, por ejemplo, se encuentran en rocas tan comunes como el granito, si bien en pequeñas cantidades.

El radio produce el gas radiactivo radón, que está presente en el aire que respiramos.

Las radiaciones naturales provienen también de nuestro cuerpo principalmente del potasio y del carbono que hay en él.

El orden de magnitud de la radiación natural es de aproximadamente de 100 milirems (mrem.), aunque puede variar considerablemente por razones de altitud o de composición del suelo.

RADIACIONES ARTIFICIALES

Se llaman radiaciones artificiales a las que provienen de fuentes creadas por el hombre, tales como aparatos de

televisión, relojes con carátulas luminosas, aparatos de radiografía utilizados en medicina, centrales nucleares, etc..

De todas las radiaciones artificiales, los aparatos utilizados para las radiografías son las fuentes que emiten mayor cantidad de ellas.

Las radiaciones artificiales que recibimos a lo largo de los años, incluidas las que provienen de centrales nucleares, pueden sumar poco más de 50 mrem., y son inferiores a las radiaciones naturales que recibimos en promedio una persona que vive al nivel del mar y en terrenos no radiactivos puede recibir fácilmente de 100 a 200 mrem. menos que otra que viva en una zona montañosa de estructura granítica.

Algunas de las nuevas costumbres de vida, aunque no crean radiación artificial, contribuyen a aumentar la cantidad de radiación natural recibida, como por ejemplo:

- la práctica de los deportes de invierno
- el alpinismo
- los viajes en avión

ya que las radiaciones procedientes del espacio exterior, al haber menos capas de aire que las absorban, son más intensas a grandes alturas que a nivel del mar.

En total se estima que la dosis anual que recibe una persona que vive al nivel del mar es de 150 mrem. por año.

CANTIDAD DE RADIACION RECIBIDA ANUALMENTE

| RADIACION NATURAL 125 a 135 mrem. | | RADIACION ARTIFICIAL 55 MREM. |
|--|---|--|
| Rayos C6smicos 50 mrem. (sol y estrellas) | | Aparatos de Televisi6n 5 mrem. |
| Materiales Terrestres 60 mrem. | 25 mrem. Elementos radiactivos presentes en el organismo humano | Relojes de Car6tula 2 mrem. |
| Materiales de Construcci6n 15 mrem. | | Radiografias y Fluoroscopias 40 mrem. |
| Alimentos y Agua 10 mrem. | | Centrales Nucleares 3 mrem. |
| | | Viajes en Aviaci6n 5 mrem. |

IONIZACION

La ionización consiste en la expulsión de un electrón de la órbita externa de un átomo.

La excitación es determinada por el paso de un electrón de una órbita externa a otra de un mayor nivel energético; de ello se deriva un aumento de la reactividad del átomo, que tiende a restablecer su propio equilibrio eliminando la energía absorbida en forma de radiación electromagnética.

La mayor parte del cuerpo humano se compone de agua, al exponerse a la radiación se libera oxígeno, e hidrógeno y se producen radicales hidroxilo, la recombinación puede formar peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o combinarse con otros químicos de la zona para formar nuevos compuestos; estos pueden resultar extraños para el organismo y ser venenosos como por ejemplo el peróxido de hidrógeno.

Cuando se exponen a la radiación compuestos completos del organismo, se pueden producir muchos radicales desconocidos y químicos nuevos.

Otro cambio químico que precede al anterior, consiste en roturas de enlaces y en fenómenos de despolimerización que afecta a distintos tipos de moléculas o macromoléculas orgánicas (proteínas, hidratos de carbono). Muchos de estos fenómenos regresan rápidamente.

Por lo contrario, otros afectan a estructuras de importancia crítica de los distintos componentes celulares y por lo tanto pueden determinar importantes consecuencias sobre el metabolismo, sobre la capacidad de reproducción y sobre la supervivencia de las células irradiadas.

Se ha demostrado que el efecto biológico de las radiaciones ionizantes sobre la célula se desarrolla preferentemente a nivel del núcleo, mediante alteraciones de los ácidos nucleicos (DNA Y RNA), de las enzimas vitales, alteraciones de las bases nucleicas y rotura simple o doble de las cadenas.

Las lesiones a nivel químico y biológico, tienen su equivalente morfológico en alteraciones de los distintos componentes de la célula (núcleo, membrana celular, citoplasma, órganos citoplasmáticos y membrana celular). Las alteraciones más significativas y más importantes son las que se observan en el núcleo.

Consiste en fenómenos de vascuolización, picnosis, cariorrexisis, cariolisis, y aberraciones cromosómicas típicas: rotura y formación de puentes, aumento de volumen, pérdida de fragmentos y recombinación anómalas.

A estas alteraciones morfológicas corresponden graves lesiones funcionales que si son irreversible pueden conducir a la muerte inmediata de la célula, al retraso o al bloqueo total de su capacidad de reproducción y por consiguiente a la muerte diferida o bien, a modificaciones genéticas que pueden traducirse en mutaciones más o menos susceptibles con la supervivencia.

RADIACIONES ROENTGEN (IONIZANTES)

Radiaciones Roentgen (ionizantes) primaria, secundaria y por escape. Durante el funcionamiento del aparato de rayos Roentgen la radiación ionizante Roentgen se manifiesta bajo las siguientes formas:

1) primaria o útil, que emite el foco, en forma de cono o haz a través de la ventana del tubo. Su dirección puede predeterminarse (angulaciones) y por lo tanto es controlable.

2) secundaria, emitida por los objetos que son alcanzados por los rayos primarios, principalmente la cabeza del paciente (cara), cabezal del sillón, centralizador, etc..

Esta emisión secundaria, que empieza y termina con la primaria, se hace en todas direcciones.

3) por escape (leakage de los autores norteamericanos), que escapa de la cabeza del aparato (tubo) por otros lugares que su ventana de emisión. La radiación por escape, en los aparatos modernos (bien protegidos) es de poca consideración, pero puede llegar a ser importante cuando existen fallas en el blindaje de las cabezas. En los modelos antiguos, con tubos abiertos, la radiación por escape es considerable.

Por lo tanto, con cualquier aparato que utilice(aún con aquellos que los fabricantes indican con protección integral), al tomar una radiografía, el paciente necesariamente recibirá (absorberá) una cantidad determinada de rayos (exposición). En cuanto al profesional y personal auxiliar, recibirán cantidades peligrosas si permanecen en el paso del haz primario, y también recibirán cantidades no despreciables cuando no son protegidos de las radiaciones secundarias y por escape.

MECANISMOS DE ACCION

Hay 2 teorías generalmente aceptadas acerca de cómo la radiación altera los sistemas biológicos: la teoría directa o del blanco y la indirecta, o teoría del agua envenenada.

TEORIA DEL BLANCO

Los estudios e investigaciones sugieren que los cambios observados en las células irradiadas son resultado de la alteración e inhibición de enzimas y de otros procesos químicos en el interior de la célula. La teoría directa propone que parte del daño que ocurre es consecuencia del choque directo entre un átomo y un protón de rayos Roentgen que da lugar a la ionización de un átomo específico. Algunos componentes de la célula están formados por cadenas complicadas y muy largas de átomos que integran enormes moléculas químicas llamadas macromoléculas. Se cree que un choque directo con un átomo clave de una de estas moléculas puede inactivar o disminuir la función de toda la molécula, lo cual a su vez puede afectar los demás componentes de la célula. Las macromoléculas que pueden quedar afectadas por este tipo de reacción son componentes como enzimas, proteínas y ácidos nucleicos, en especial el ácido desoxirribonucleico (DNA). Algunas experiencias han mostrado que una exposición a 1000 Roentgens ionizará sólo una molécula en 10 millones. La aplicación de la ley de probabilidades indica que la probabilidad de destrucción celular por medio de ionización directa de una molécula esencial en 10 millones está totalmente desproporcionada si consideramos el daño real producido por dosis mucho más pequeñas de radiación.

TEORIA INDIRECTA

La teoría indirecta, a veces llamada teoría del agua envenenada, supone que los efectos de la radiación serían imputables a las propiedades de la radiación de ionizar el agua. Una sustancia susceptible de ionización, que está plena y estrechamente asociada con la célula es el agua. El agua es la sustancia química más abundante del cuerpo humano, ya que el 80% del cuerpo está formado por agua.

Cuando ocurre la ionización del agua, se observa la formación química de radicales libres, principalmente radicales hidrógeno e hidroxilo. Estos radicales libres tienen una existencia muy corta y finita antes de recombinarse para formar otros agentes químicos. Una fracción grande de este tiempo está dedicada a la recombinación de los iones hidroxilo e hidrógeno para formar agua. Diferentes combinaciones de estos radicales libres dan lugar a la formación de agentes reductores u oxidantes, siendo el más conocido H_2O_2 (bióxido de hidrógeno o agua oxigenada). Como la célula es más sensible a los agentes oxidantes que a los agentes reductores, los radicales bióxido de hidrógeno y perhidroxilo son potencialmente más nocivos. La catalasa, presente en la mayoría de las células, reduce rápidamente el bióxido de hidrógeno dejando el radical perhidroxilo como principal agente nocivo.

RADIOSENSIBILIDAD CELULAR

No todas las células que se exponen a la radiación se dañan, sin embargo, algunas pueden presentar rotura de cromosomas

y vacuolas en el núcleo o citoplasma.

La radiosensibilidad de las células y tejido es proporcional a la velocidad a la cual se reproducen. Por lo tanto, las células que se dividen activamente son más sensibles que las de división lenta.

El daño puede ser resultado de un efecto directo o indirecto.

El primero lo crean los fotones de los rayos que actúan sobre una estructura celular, como sería el romper parte de la cadena química que forma un cromosoma; la misma rotura la pueden producir los radicales químicos que se liberan cuando el agua cercana u otros compuestos absorben fotones de rayos Roentgen. Las células pueden presentar mitosis anormales y formar células gigantes y las que experimentan mitosis en el momento de la exposición son las que muestran mayor daño; los tejidos que están en rápido crecimiento y presentan muchas células con mitosis, muestra los mayores efectos de la radiación.

LISTA DE LOS TIPOS CELULARES EN ORDEN DE
SENSIBILIDAD A LOS RAYOS ROENTGEN;

| | | |
|---------------------|---|------------------|
| Células sanguíneas | } | - RADIOSENSIBLES |
| Células productoras | | |
| Hueso joven | | |

| | | |
|-----------|---|-------------------|
| Piel | } | - RADIORESPUESTAS |
| Glándulas | | |

| | | |
|--------------|---|--------------------|
| Músculos | } | - RADIORESISTENTES |
| Nervios | | |
| Hueso maduro | | |

RADIOSENSIBILIDAD RELATIVA

Algunas partes del cuerpo son mucho más radiosensibles que otras. Así, por ejemplo, el abdomen superior es más radiosensible que una pierna. La pierna está formada por huesos y músculos, las células óseas y musculares son altamente especializadas y la reproducción lenta, siendo por lo tanto, relativamente resistentes a la radiación. El abdomen superior contiene órganos hematopoyéticos, células epiteliales intestinales, células glandulares que son todas sensibles a la radiación.

Los órganos más críticos, en términos de radiosensibilidad relativa, que son alcanzados en la radiografía dentales, son la médula roja de la mandíbula, la glándula tiroides y el cristalino del ojo. La médula roja es importante por que es uno de los órganos hematopoyéticos del cuerpo. El cuerpo de un adulto contiene aproximadamente 1500 a 1600 gramos de médula ósea roja. La mandíbula es la fuente principal de médula roja que participa en la radiografía dental y que contiene unos trece gramos de médula. La glándula tiroides es relativamente radiosensible, aunque no se encuentra entre las glándulas y órganos más sensibles del cuerpo. En realidad, en la toma de una radiografía dental, la exposición de la tiroides es en forma de radiación de dispersión ya que pocas veces recibe directamente el haz principal. El cristalino es también importante puesto que puede encontrarse en el camino del haz principal en algunas radiografías del maxilar superior.

EDAD

Puesto que la radiación lesiona más las células que crecen rápidamente que las de crecimiento lento, se podría pensar que los jóvenes serán más susceptibles al efecto nocivo de una misma dosis de radiación que los adultos. Esto es un punto importante en Odontología porque muchos pacientes deben empezar el tratamiento dental a la edad de 3 años. A esta edad hay muchas células de crecimiento rápido y muchas células que se producen con rapidez. Además, la longitud del tórax desde la cavidad bucal hasta la región gonadal es bastante menor que en el adulto y la exposición de las gónadas para tomar radiografías de boca será algo superior que para un paciente adulto debido a la distancia más corta.

ORDEN PROGRESIVO DE LOS EFECTOS BIOLÓGICOS

Siempre que un organismo queda expuesto a una dosis de radiación, pueden ocurrir algunos efectos que dependerán de la dosis. Generalmente, la exposición a una dosis de radiación es seguida por un periodo latente o lapso, entre la egresión de la radiación y el principio de los efectos. Este lapso entre la exposición a la radiación y la aparición de los efectos puede variar desde un periodo muy corto de horas, pasando por un periodo de días o semanas hasta periodos muy largos, expresados, a veces, en años o decenios. La aparición de los efectos después de la exposición a la radiación está relacionada con la cantidad de radiación emitida y la duración de su emisión.

EFFECTOS A CORTO PLAZO

Cuando una dosis muy grande es suministrada en un periodo muy corto de tiempo, el periodo latente sera corto. Si la dosis es lo suficientemente grande, los efectos resultantes incluirán una serie de sintomas y signos conocidos como el síndrome agudo de radiación. El síndrome agudo de radiación es consecuencia de grandes dosis, generalmente superiores a 100 rads sobre el cuerpo o gran parte del mismo. El efecto total puede oscilar entre un padecimiento leve transitorio y la muerte.

EFFECTOS A LARGO PLAZO

Los efectos a largo plazo de la radiación son aquellos que se manifiestan años después de la primera exposición. El periodo latente es mucho más largo que el observado en el síndrome agudo de radiación. Los efectos tardíos de la radiación pueden ser consecuencia de la exposición importante anterior y a la que sobrevivió el sujeto o de exposiciones crónicas pero de bajo nivel y suministradas durante periodos largos de tiempo. Es interesante señalar que la radiografía diagnóstica responde a la descripción crónica de bajos niveles, especialmente cuando estas exposiciones son repetidas con frecuencia. Las probabilidades de efectos a largo plazo sobre un gran número de personas que se hayan expuestas a dosis bajas pero repetidas son causa de mayor preocupación que los efectos de radiación a corto plazo por exposiciones agudas que abarcan sólo a unos cuantos individuos, principalmente aquellos que se ocupan de investigaciones sobre radiación o que trabajan con reactores nucleares.

Se considera como efectos a largo plazo los efectos carcinógenos, los efectos embriológicos, la formación de cataratas, el acortamiento del lapso de vida y los efectos genéticos. Con excepción de los efectos genéticos todos son efectos que afectan al individuo que estuvo expuesto a la radiación y como tales son clasificados como efectos somáticos. El efecto genético abarca el material hereditario y puede afectar de manera adversa la población durante muchas generaciones después de la exposición original a la radiación.

Si se exponen células a las radiaciones ionizantes, los cromosomas de sus núcleos pueden ser dañados por la producción de mutaciones genéticas, que entrañan alteraciones de las unidades fundamentales de la herencia que se localizan en los cromosomas o por la inducción de aberraciones cromosómicas consistentes en modificaciones de la estructura o del número de cromosomas.

Cuando éstos cambios se inducen a las células germinativas, pueden ser transmitidos a los descendientes de las personas irradiadas.

Las mutaciones genéticas y las aberraciones cromosómicas que se producen espontáneamente en el hombre son causa de muchos sufrimientos, pues a ella se debe una porción importante del total de abortos espontáneos y de mal formaciones congénitas que causan defectos mentales y físicos.

A las mutaciones genéticas se les puede dividir en dominantes o recesivas, según la medida en que el efecto de la mutación se manifieste en un descendiente que haya heredado de uno de sus progenitores el gen que ha experimentado la mutación.

Una mutación totalmente dominante tiene el máximo efecto en el descendiente, aún en el caso de ser transmitida por un sólo progenitor.

Una mutación totalmente recesiva carece de efecto en el descendiente al menos de que ésta haya recibido de ambos progenitores genes con la misma anomalía (o a menos que se reciba en el cromosoma X). Los efectos de muchas mutaciones en el ser humano y en mamíferos experimentales son intermedios de entre los de totalmente dominante y los de totalmente recesivo.

Las aberraciones cromosómicas son de 2 tipos:

- a) las aberraciones estructurales que provienen de la ruptura y soldadura de cromosomas, las cuales pueden entrañar reducciones (delecciones), o aumentos (duplicaciones) del número de ciertos genes de un cromosoma o cambio de la secuencia o disposición de los genes (inversiones o aberraciones).
- b) aberraciones numéricas, que entrañan un exceso o una pérdida de cromosomas.

En conclusión las células embrionarias no diferenciadas y no especializadas suelen ser más susceptibles de lesión por energía radiante que las células maduras adultas bien diferenciadas.

Cabe suponer que esta susceptibilidad guarda relación con el efecto de la radiación en el DNA y los ácidos nucleicos; además, todas las células son más vulnerables a lesiones por energía radiante que cuando se hayan en fase de mitosis.

La radiación puede destruir células en división, de tener la mitosis y, simultáneamente impedir que otras células se

dividan por este mecanismo.

MEDICION DE LA RADIACION

Para cuantificar los efectos de la radiación es esencial poseer métodos adecuados de medición:

El Roentgen:

Esta es una unidad de exposición a la radiación. Se mide en términos de potencial que tiene cualquier haz de radiación para ionizar el aire que atraviesa.

El Rad:

El rad es una medida de la cantidad de energía que cualquier material en el camino de la radiación absorbe del haz de rayos Roentgen.

Se expresa en términos de Joules por Kilogramo y un rad es igual a 0.01 J/Kg..

La cantidad de absorción depende del número atómico del material y mientras mayor sea éste mayor es la absorción.

El Rem:

Si los sistemas biológicos se exponen a cantidades iguales (que se mide en rads) de 2 clases de radiación, con frecuencia los efectos difieren.

Por ejemplo, en determinadas condiciones la

exposición del ojo de un mamífero a la misma cantidad de radiación de rayos Roentgen y de neutrones da como resultado menos casos de cataratas con las primeras.

Como es obvio, si se intenta determinar una dosis segura como protección contra la radiación ionizante es esencial contar con un método que permita apreciar la diferencia en los efectos de los distintos tipos de radiación, y para ello se usa la unidad rem.

Unidad SI:

En años recientes ha surgido un sistema internacional que se basa en las unidades fundamentales metros, kilogramos, segundos, amperes, kelvins y candelas. El Roentgen, el Rad y el Rem no son satisfactorias para éste sistema pues no se derivan de las unidades SI básicas.

No existe una unidad específica para reemplazar al Roentgen. En el futuro la exposición sólo se podrá expresar en Coulombs por kilogramo y el Roentgen desaparecerá.

El concepto de medida de los haces de rayos Roentgen se expresan con el término kerma, acrónimo de la traducción inglesa para la energía cinética que se libera

El Gray: por unidad Mass.

El gray es la nueva unidad de medición para la radiación. Un gray equivale a 100 rads. Se entiende que esta unidad es demasiado grande para muchos objetivos prácticos, por lo que surgió un submúltiplo el miligray. Un Roentgen de rayos Roentgen suministra en el aire un kerma de 8.7 (MGy).

El Sievert:

El sievert sustituye al rem. La dosis que se absorbe (que se mide en grays) es insuficiente por si misma para producir la gravedad o la probabilidad de los daños a la salud que produce la radiación en condiciones no específicas, por lo que se introdujo una nueva unidad llamada sievert.

Este mide el equivalente de la dosis y constituye la dosis ponderada por los factores modificantes para que trabajen en la protección contra la radiación. Para poseer una unidad que se relacione con los más importantes efectos dañinos de la exposición.

Dosis Eritema:

La unidad biológica está representada

por la clásica dosis eritema, o sea la cantidad capaz de provocar el enrojecimiento de la piel; a pesar de ser una unidad empírica bastante imprecisa, a causa, entre otras, de las variaciones individuales (idiosincracia), su comprobación, particularmente en el paciente dental, es índice de que éste ha absorbido una cantidad peligrosa.

Esta reacción de la piel varía de un individuo a otro. Se considera como umbral de la dosis eritema la de 250 R., ésto es, la cantidad de rayos que provoca eritema en las personas más sensibles; la dosis eritema promedio es de 500 R. y la dosis de eritema máxima es de 750 R. que es la cantidad necesaria para provocar ésta reacción en las personas más resistentes.

RADIOTERAPIA Y SUS REPERCUSIONES

GENERALIDADES SOBRE RADIOTERAPIA

La radioterapia es un campo de la práctica médica que se caracteriza por los agentes que emplea en el tratamiento de las enfermedades.

Las armas terapéuticas radiológicas que se dispone en la actualidad varían de los rayos Roentgen producidos por instrumentos convencionales de rayos Roentgen, a radiación de rayos Roentgen producidos por aparatos tales como el generador electrostático Van der graaf, el beatrón, los aceleradores lineales y de las radiaciones naturales emitidas por el radio a los isótopos creados artificialmente como el Cobalto 60, el Cesio 137 y otros.

El significado de mayor trascendencia de la aplicación de la radiación en la enfermedad se encuentra en la capacidad de la misma para destruir algunos tipos de tumores malignos.

El advenimiento de la radiología en el campo de la terapéutica ha desarrollado un nuevo sector de información que se refiere a la interacción del tejido normal y enfermo y la radiación absorbida; las expresiones clínicas de éstas interacciones constituyen un campo dentro de la medicina de importancia obvia para el radiólogo.

Debe hacerse una consideración minuciosa del paciente como en todo, para establecer las indicaciones de una intervención que en este caso es la irradiación, deben equilibrarse las condiciones generales del paciente y su posible tolerancia a éste medio terapéutico tanto de manera local como general.

El advenimiento de la irradiación en la terapéutica del cáncer ha ampliado las posibilidades del éxito curativo de los tumores malignos.

Las radiaciones se han utilizado desde años atrás en el tratamiento de un grupo heterogéneo de padecimientos no neoplásicos.

Una lista parcial de éstos incluye algunas infecciones y cuadros inflamatorios: la espondilitis reumática y otras formas de artritis; algunas afecciones dermatológicas; la sordera de conducción; el sangrado menopáusico y el crecimiento del timo.

NATURALEZA Y PRODUCCIÓN DE LOS RAYOS ROENTGEN, DEL RADIO Y DE ALGUNOS ISÓTOPOS RADIACTIVOS

Los recursos de la radioterapia son los rayos Roentgen, las radiaciones del radio y algunos isótopos radiactivos: poseen la propiedad de atravesar la materia y en esta forma vertir energía en las profundidades de una masa tisular.

Los rayos Roentgen son producidos por el hombre; el radio se encuentra en la naturaleza.

Los rayos Roentgen constituyen una porción del espectro de ondas electromagnéticas del mismo modo que la luz, las radiaciones ultravioleta, infrarroja y las ondas de radio-transmisión, y se caracterizan por su longitud de onda o por su energía fotónica.

El radio es uno de los metales pesados (peso atómico 226) obtenido de la pelecenda y se caracteriza por la inestabilidad de su núcleo atómico. El núcleo, con una porción fija, emite energía que parece como partículas alfa y beta, y como rayos gamma.

Los rayos gamma son radiaciones electromagnéticas similares a los rayos Roentgen; en cambio las partículas emitidas son fragmentos de materia cargados eléctricamente.

Para uso clínico de la terapéutica por radiaciones, actualmente es posible obtener rayos Roentgen generados por una amplia gama de voltajes.

Para la irradiación superficial aplicada por el dermatólogo se emplean rayos Roentgen producidos a 80,000 - 100,000 voltios (80-100 kv.).

Para las neoplasias malignas de la piel se usa un kilovoltaje algo mayor como de 120-140, y lesiones voluminosas pueden requerir radiación de 200 kv..

Durante muchos años la llamada radioterapia profunda (irradiación de lesiones situadas profundamente) se ha llevado a cabo con Rayos Roentgen producidos con 200 kv.. Esta radiación siempre es filtrada (combinaciones de aluminio y cobre o de estaño, cobre y aluminio) y la distancia del anodo a la superficie del cuerpo varía de 40 a 70 cm.. Más recientemente se han utilizado máquinas de potencial constante de 250 kv. para terapéutica estandar profunda.

El desarrollo de la técnica ha hecho posible el construir y operar con instrumentos clínicos, máquinas en las cuales se genera un haz de rayos Roentgen por 2 Mev (generadores electrostáticos Van der graaf; unidades de rayos Roentgen con transformador de resonancia), por 4-8 Mev (aceleradores lineales) o por 15 o más Mev (beatrón).

El advenimiento de los reactores nucleares ha hecho

posible la producción de cobalto radiactivo (Co 60) y unidades de teleterapia de Co 60 dando lugar a radiaciones comparables en calidad y cantidad a las provenientes de generadores de rayos Roentgen de alta energía.

APARATOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA

GENERADOR ELECTROSTATICO DE VAN DER GRAFF.

Para uso medico funciona a 2 Mev.. Las cargas eléctricas se diseminan en una cinta móvil y se llevan hacia la parte superior del generador.

La diferencia de potencial resultante se aplica a un tubo de rayos Roentgen, acelerando los electrones hacia su blanco. El generador se encuentra contenido en un tanque de acero de 2 pies de diámetro y 5 pies de alto, siendo aislado eléctricamente al llenar el tanque con una mezcla de nitrógeno y dióxido de carbono a 20 atmósferas de presión.

BEATRON.

Funciona de 13 a 35 Mev., los electrones son acelerados en un camino circular dentro de un recipiente evacuado en forma de rosca. Los electrones se mantienen en un trayecto circular por medio de un campo magnético y son acelerados continuamente conforme viajan por un círculo del campo eléctrico creado por las modificaciones en el campo magnético.

Los electrones se utilizan para bombardear en un blanco de tungsteno y producir rayos Roentgen o bien se utilizan como haz de electrones.

ACELERADOR LINEAL.

Los electrones son introducidos en el extremo terminal de un tubo evacuado y son llevados y acelerados hacia la porción distal del tubo por ondas de radio de frecuencia electromagnética que viajan en éste sentido.

UNIDADES DE RAYOS ROENTGEN CON TRANSFORMADORES DE RESONANCIA.

Funcionan con 1 ó 2 Mev., y producen grandes corrientes y altos voltajes al utilizar una baja frecuencia de transformación. El transformador y el tubo de rayos Roentgen están contenidos en un tanque aislado por medio de gas freón introducido a una presión de 4 atmosferas.

ELEMENTOS RADIACTIVOS MAS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA

Los más utilizados son: Cobalto 60

Cesio 137

Oro 190

Estroncio 90

Fósforo 32

Iodo 131

Radio

Este último siendo el más utilizado para el uso clínico, se encuentra encerrado de manera especial en variedad de formas. Las sales de Radio son selladas permanentemente en recipientes metálicos que tienen forma de una aguja, de un tubo o de alguna celdilla.

El Radio también se ha utilizado en forma semejante a los rayos Roentgen, a distancia de la superficie corporal; para esto se almacenan una gran cantidad de Radio, varios gramos en un recipiente de plomo de gruesas paredes al que se deja una ventana en una de sus caras, a través de la cual emerge la radiación gamma.

REPERCUSIONES DE LA RADIODERAPIA

Las lesiones producidas en los pacientes sometidos al tratamiento de las radiaciones pueden ser las siguientes: aquellas lesiones que se producen inevitablemente, no obstante empleándose la técnica mas impecable y correcta. A estas lesiones las dividiremos en 2 tipos: locales y generales.

Locales: Eritema
Radiodermatitis
Glositis
Rectitis
Inflamación de la córnea
Enturbiamiento del cristalino
Glaucoma

En las generales, se consideran las que afectan al estado general del enfermo y que se manifiestan algunas veces inmediatamente después de iniciarse el tratamiento y otras en el curso del mismo.

Generales: Náusea
Hipotensión
Taquicardia
Astenia

Los pacientes que han sido irradiados se presentan en el tiempo inmediato al término del tratamiento con reacciones en los tejidos orales como :

xerostomía
mucositis
ulceración.

Pueden presentarse reacciones secundarias que dependerán de diferentes factores. Esto también dependerá de los cuidados que podamos proporcionar en el lapso de tratamiento.

Estas reacciones son:

1) Caries radiogénica : Factores causantes:

1) la radiación reduce la actividad normal de las glándulas salivales.

2) por lo general se encuentra, que el tejido dental se encuentra cubierto por una continua formación de placa bacterial.

3) deficiente o pobre higiene oral.

La caries radiogénica, usualmente se presenta durante el primer año posterior a la radioterapia, pudiendo progresar muchos años después amputando la corona totalmente.

La higiene oral es un importante factor para prevenir el progreso de la caries radiogénica, ya que la acumulación de placa está directamente relacionado con el progreso de la caries radiogénica.

2) Trismo de la ATM :

Los músculos de la masticación en muchos de los pacientes irradiados presentan fibrosis. Esto ocurre más frecuentemente cuando la exposición es paralela, pudiendo también presentarse

cuando la aplicación es unilateral. Los pacientes por esto son entrenados a realizar ejercicios, evitando así la disminución del espacio intermaxilar. Estos ejercicios consisten en permanecer en el mayor espacio intermaxilar posible, durante 20 minutos, abriendo y cerrando durante este lapso.

El abridor dinámico de mordida, es un aparato por medio del cual podemos ejercer una fuerza constante y distribuida en todo el arco dental.

3) Necrosis ósea:

Necrosis ósea es la muerte de éste tejido, pudiendo ser total o parcial. Esto es el producto de un estímulo nocivo, pudiendo ser bacterial, mecánico, químico o inducido por radiación.

Las características del tejido óseo irradiado son:

- 1) disminución normal del metabolismo,
- 2) incrementación de la susceptibilidad a la infección,
- 3) el proceso de regeneración es extremadamente limitado o inexistente.

El tejido óseo irradiado puede presentar subclínicamente infección pasando a visualizarse clínicamente todo el proceso seguido del trauma. Cuando aparece la infección en el tejido óseo irradiado, ésta ocasiona su destrucción. La presencia de leucocitos en el sitio de la infección se incrementa haciendo la resorción. Padecer un proceso infeccioso es quizá uno de los más importantes factores en el pronósticos de tejido óseo irradiado.

La reacción secundaria que se presenta en los tejidos, consiste en edema y fibrosis de los músculos y vasos sanguíneos, del área irradiada variando su agresividad dependiendo del paciente.

CAPITULO I V

PATOGENIA DE LAS RADIACIONES EN EL SISTEMA HEMATOPOYETICO

En el poco tiempo transcurrido desde el descubrimiento de la radioactividad a finales del siglo pasado, mucho se ha aprendido al respecto de la energía radiante; pero queda mucho también que estudiar, principalmente lo que a protección se refiere, pues el incremento de los últimos años en el empleo de radiaciones ionizantes para fines específicos, hacen que un sector de la población cada vez mayor, está expuesto a los efectos indeseables de éste agente físico.

Cualquier célula viviente puede destruirse por una dosis suficiente de radiación, pero la susceptibilidad y la resistencia no son iguales para todas.

Las células germinativas, las de la médula ósea y las del linfático son muy sensibles a la radiación, mientras que las células de hueso, cartilago, músculo, cerebro, riñón, hígado, tiroides, páncreas, hipófisis, suprarrenal y paratiroides muestran en forma creciente cierto grado de resistencia a la radiación.

En general las células no diferenciadas se lesionan más fácilmente que las maduras del mismo tipo y todas las células son particularmente vulnerables a la radiación cuando se encuentran en mitosis.

La radiosensibilidad de los órganos hematopoyéticos y el riesgo del daño a la sangre ha llamado considerablemente la atención desde el trabajo clásico de Heinke en 1903, ya que por su sensibilidad, puede ser un índice del efecto de la radiación y

normar criterio en el control terapéutico en un momento determinado.

Las modificaciones en la sangre periférica dependen, además de lo ya mencionado, del volumen del tejido por radiar, de la zona, de la radiosensibilidad de las células precursoras, de su habilidad de recuperarse de la lesión y de la vida media de los elementos maduros de la sangre; son pues el reflejo del daño ocasionado en la médula ósea, en el bazo y en los ganglios linfáticos.

De los integrantes del tejido hematopoyético, el que ofrece mayor grado de sensibilidad a la radiación es el linfático, lo que es congruente a la ley biológica general, por la inmadurez relativa de los linfocitos, no sólo los que están en los centros germinales, sino incluso los que están en la circulación.

Lo primero que observamos, es una baja en la cuenta absoluta de sus elementos y puesto que la radiación obedece a una protección prolongada, aparecen los cambios morfológicos caracterizados por vacuolización del núcleo principalmente, del citoplasma, bilobulación nuclear, binucleación, aparición de manchas picnóticas tanto en el núcleo como en el protoplasma y en ocasiones la célula se muestra con un tamaño poco mayor a la habitual.

Conforme la dosis aumenta, se presenta neutrofilia relativa a expensas de la linfopenia, y cuando dicha dosis va aumentando (aproximadamente 50 rads.), en el predominio granulocítico se aprecia un número elevado de células con núcleo no segmentado.

Los monocitos son ampliamente radioresistentes y en ello se ha evidenciado cambios morfológicos notables, solo en casos sumamente graves por radiación.

Sin que pueda ofrecer una explicación, en las personas expuestas a la radiación, se observa un aumento de eosinófilos circulantes, comunmente cuando se ha recibido una dosis importante.

Los elementos precursores de la serie roja, se dice que son los que le siguen en radiosensibilidad a la serie linfocítica, sin embargo la anemia cuando se presenta lo hace tardíamente que en general como consecuencia de dosis excesivas. Este hecho se puede explicar por 2 circunstancias fundamentales:

- 1) la capacidad de la médula ósea para aumentar 5 ó 6 veces su función eritropoyética.

- 2) la larga sobrevivida de éstos elementos.

Se ha notado cierto grado de hemólisis en una sangre sometida a radiación "in vitro". Los eritrocitos tratados de ésta manera se han mostrado:

- 1) aglutinación,
- 2) aumento de volumen,
- 3) destrucción.

Los precursores de las plaquetas, los megacariocitos, son lo suficientemente resistentes al igual que las células fijas de la médula ósea. observándose trombocitopenia, se puede presentar también casos de plaquetopenia con síntomas de pequeñas hemorragias y un aumento del tiempo de coagulación sanguínea.

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los

órganos hematopoyéticos varía de acuerdo con los tipos de radiación, ya sea alfa, beta, gamma, rayos Roentgen, neutrones lentos o rápidos, etc., el área afectada, el tiempo durante el cual estuvo expuesto y la dosis recibida.

Puede ir desde un aumento relativo de los granulocitos después de una exposición leve con rayos beta, hasta un daño muy marcado por envenenamiento con radiación interna o externa por algún radioelemento.

Se ha reportado que con dosis relativamente bajas de radiación, se observa una etapa inicial, una depresión de linfocitos que se torna máxima en 24 a 36 horas.

Se ha observado que las diferencias hematológicas observadas después de la administración de algún elemento radiactivo, se puede atribuir a su distribución anatómica, a la energía de las partículas radiantes, área afectada y tiempo de exposición.

Cuando el daño es grave, la imagen medular se caracteriza por:

- 1) desaparición de las células en mitosis,
- 2) degeneración y muerte celular,

mostrando días más tarde aplasia de la médula ósea y del tejido linfoide, que comúnmente es irreversible.

Los cambios químicos no son bien conocidos, se ha mencionado que existe un aumento en el consumo de oxígeno, con aumento en el dióxido de carbono; está inhibida la síntesis de los ácidos nucleicos por interferencia a nivel de los cromosomas nucleares y que hay una disminución en la glicólisis anaerobia.

Las radiaciones pueden suprimir, la función de la médula ósea; personas con riesgo incluyen pacientes sometidos a radiaciones terapéuticas, radiólogos y trabajadores de reactores nucleares.

Sin embargo la incidencia de Anemia Aplástica, no está incrementada entre los sobrevivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki.

La exposición a 4000 y 5000 rads. de radiación local provoca aplasia medular que se resuelve lentamente en el transcurso de varios años.

ANEMIA APLASTICA

La anemia aplástica es considerada como una falla súbita e inesperada de la función de la médula ósea, que se caracteriza por pancitopenia (anemia, leucopenia y trombocitopenia) en sangre periférica e hipoplasia de la médula ósea, en ausencia de un proceso infiltrativo maligno.

El defecto fundamental en todos los casos parece ser una reducción sustancial en el número de células estaminales pluripotenciales hematopoyéticas y un mal funcionamiento en las células estaminales restantes que les impide dividirse y diferenciarse lo suficiente como para volver a poblar la médula.

Clinicamente se manifiesta por un síndrome anémico, un síndrome infeccioso y un síndrome hemorrágico.

CUADRO CLINICO

El principio de una anemia aplásica adquirida puede ser brusco, en cuyo caso predominan el fenómeno hemorrágico y las infecciones, pero es más frecuente que sea insidioso y entonces las primeras manifestaciones clínicas son la debilidad progresiva, fatigabilidad y púrpura.

Habitualmente la anemia es severa y requiere del uso de transfusiones sanguíneas.

Equimosis, petequias, epistaxis, y gingivorragias se suceden una y otra vez prácticamente en todo paciente con anemia aplásica verdadera.

La hemorragia en oídos, riñones, cerebro y otros territorios es menos frecuente. La cefalea, somnolencia, irritabilidad y otras anomalías neurológicas se deben considerar sospechosas de un componente hemorrágico a nivel del SNC.

La trombocitopenia y la hemorragia consecuente a ella frecuentemente se agrava durante los episodios infecciosos, comunes en todos los pacientes.

La presencia de pequeñas úlceras superficiales en la mucosa oral se ha observado en el 63% de los pacientes, probablemente tiene relación con neutropenia y son foco de infección local y generalizada.

En la mitad de los pacientes con manifestaciones de proceso infeccioso ha sido posible demostrarlo en boca, faringe, nariz o senos paranasales.

Las septicemias, infecciones de piel, subcutáneas y del pulmón, han sido causantes en ese orden de ataques febriles, no debidos a infección en las cavidades faciales.

Los gérmenes mas comunmente implicados son el estafilococo y las bacterias gramnegativas (E.coli) seguido de Kleibselia, pseudomona, actualmente se ha observado un incremento en la incidencia de infección por grampositivos y el germen predominante es S.Aureus. Los hongos, tal como la especie de Cándida, frecuentemente son causas de infección en estos pacientes.

Si algunos síntomas de la pancitopenia se agregan a otros, como dolor óseo y diaforesis, o bien crecimiento ganglionares y hepato o esplenomegalia, el diagnóstico de anemia plástica es muy poco probable; deberá plantearse la existencia de un proceso proliferativo del tipo de la leucemia aguda.

DATOS DE LABORATORIO

Los hallazgos en sangre periférica en la anemia plástica son anemia, leucopenia y trombocitopenia.

- la anemia usualmente es severa en reticulopenia absoluta, en casi el 50% de los casos la cuenta de reticulocitos es menor de 1%, y excepto en algunas ocasiones en las que una moderada macrocitosis está presente, las células rojas son normocíticas y normocrónicas. Es muy poco común el observar en la sangre periférica algún normoblasto.

- los neutrófilos pueden estar tan bajos como 0/mm³, y en 66-99% de los casos de diferentes series.

- la cuenta plaquetaria usualmente está por debajo de 40000/mm³.

Generalmente se admite la hipocelularidad de la medula ósea, es el hallazgo típico de la anemia aplástica, pero hay

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

algunos casos que muestran médula ósea normocelular e incluso hipercelular.

Esto es debido, a que la aplasia no es absoluta y tiene focos de actividad hematopoyética, esto se encuentra relacionado al grado de lesión postradiación.

Para el diagnóstico de anemia aplástica, la composición celular es también muy importante. La megacariocitopenia es sin lugar a duda una alteración constante tanto en los casos de médula ósea hipocelular como la hipercelular; la presencia de grupos fibroblastos, incremento de basófilos hísticos, linfocitos y células plasmáticas constituye el hallazgo habitual con el diagnóstico mencionado.

La biopsia de la médula con aguja, es vital para revelar áreas con acumulaciones celulares en un fondo hipocelular. Las principales células presentes son los linfocitos y las células plasmáticas; los megacariocitos, en particular son pocos o están ausentes.

CURSO Y PRONOSTICO

La evolución de éste padecimiento, cualquiera que sea la imagen clínica inicial (leve o insidiosa o aguda y severa), hasta que el paciente se recupere o fallezca. Las infecciones y hemorragias, las complicaciones más frecuentes pueden ser controladas sólo en forma temporal con antibióticos y transfusiones de plaquetas. Los casos de inicio insidioso se pueden agravar súbitamente por la presencia de infecciones agudas o por la reexposición a la gente responsable (rayos Roentgen) responsable de la anemia aplástica.

En los casos fatales, la muerte, por lo general, es secundaria a hemorragia y/o infecciones.

Por otro lado, la recuperación ya sea espontánea o inducida (por andrógenos u otras medidas terapéuticas) es lenta y progresiva.

TRATAMIENTO

En primera instancia se deben evitar nuevos contactos con el agente causal; por ejemplo, mediante la suspensión de la radiación, y evitar nuevos contactos ya que pueden determinar el agravamiento del paciente o incluso su recaída.

Tratamiento sintomático:

El manejo inicial de la anemia aplásica va encaminado a estabilizar las condiciones clínicas del paciente con la finalidad de disminuir el riesgo de muerte, ya sea por descompensación hemodinámica, hemorragia o infección.

1) Transfusión de hemoderivados: cuando el paciente cursa con descompensación hemodinámica manifestada por taquicardia, soplo y sintomatología de síndrome anémico, debe transfundirse con paquete globular a razón de 5 a 14 ml/kg. de peso, administrados en un lapso no menor de 4 horas. Los concentrados plaquetarios están indicados en trombocitopenias severas, menores de 20000 plaquetas/mm³ o hemorragia activa en dosis de 4 unidades/m² de superficie corporal.

2) Prevención y tratamiento de infecciones: la administración de antibióticos no absorbibles en pacientes con neutropenia severa a comprobado su utilidad, el más utilizado es el trimetropin con sulfametoxazol.

Así mismo se ha generalizado el uso de imidazoles en la prevención de la micosis, tal como el ketoconazol. El inicio de fiebre en un enfermo neutropénico obliga a la terapia precoz y empírica con antibiótico de amplio espectro, tales como la combinación de una cefalosporina con la combinación de un aminoglucósido.

3) El empleo de esteroides a dosis bajas puede ser útil para disminuir la hemorragia, promoviendo la integridad vascular, a dosis de 0.2 a 1 mg/kg./dia.

Tratamiento específico:

En cuanto al trasplante de médula ósea, constituye el tratamiento de elección para los pacientes con anemia aplásica y en persona de menos de 30 años con donador HLA (sistema antígeno de leucocitos humanos) compatible, se logra la remisión en el 70% de los casos con una sobre vida prolongada; sin embargo solo el 30% de los pacientes tienen donador compatible.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Debidas a insuficiencia de la médula ósea:

- a) palidez, letargia, disnea por anemia.
- b) son comunes fiebre, malestar, infecciones en boca, garganta, piel, respiratorias, perianales y otras, incluyendo septicemia.
- c) son comunes las petequias espontáneas, púrpura, gingivohemorragias. En ocasiones, hay hemorragias internas importantes.

Debidas a infiltración de órganos:

- a) huesos dolorosos, sobre todo en niños.
- b) linfadenopatía superficial en la LLA.
- c) esplenomegalia y hepatomegalia moderadas, especialmente en la LLA.
- d) hipertrofia en infiltración de encías, ulceración rectal, complicaciones cutáneas.
- e) síndrome meníngeo (especialmente en la LLA): cefalea, náusea, y vómito, visión borrosa y diplopia.
- f) otras manifestaciones ocasionales de infiltración orgánica incluyen tumoración testicular en la LLA o signos de compresión mediastínica.

HALLAZGOS DEL LABORATORIO

Investigaciones hematológicas:

- a) anemia normocítica y normocrómica.
- b) el recuento leucocitario puede ser bajo, normal o elevarse
- c) trombocitopenia en la mayoría de los casos, a menudo extremadamente baja, en la LMA.

d) el examen del frotis sanguíneo típicamente denota números variados de blastos. La LLA se debe diferenciar de una mononucleosis infecciosa y otras causas de monocitosis.

e) la médula ósea es hipercelular con una proliferación variada de blastos leucémicos los cuales típicamente ascienden a más de un 75% del total de células medulares.

En el caso de la LLA la médula ósea puede ser difícil de aspirar debido a el incremento de fibras de reticulina.

Otras investigaciones:

Los rayos Roentgen pueden revelar lesiones líticas en el hueso, éstas se observan radiográficamente como una falta de continuidad o defectos de llenado en la zona medular o en las tablas del mismo, éstas lesiones se presentan sobre todo en la LLA de la infancia; una masa mediastínica debido a un aumento de volumen del timo, ganglios linfáticos mediastinales.

Las pruebas bioquímicas pueden revelar una elevación del ácido úrico sérico y, con menos frecuencia hipercalcemia. Las pruebas de la función hepática y renal se llevan a cabo en forma rutinaria antes de iniciar el tratamiento.

La radiación ionizante en dosis grandes guarda relación patente con aumento de la frecuencia de leucemia mielogénica aguda y crónica.

Esas exposiciones pueden ser accidentales (sobrevivientes de explosiones atómicas) o intencional (tratamiento por radiación), como por ejemplo los pacientes tratados con espondilitis anquilosante.

La radiación corporal total no mortal ha producido diversas secuelas tardías en los sobrevivientes de los estallidos de las bombas atómicas.

La frecuencia de leucemia aguda ha sido máxima en sujetos que tenían menos de 10 años o más de 50 de ocurrir los estallidos (Hiroshima y Nagasaki).

El periodo de latencia para la aparición de estos trastornos en niños fue de 5 a 10 años, en tanto que en adultos fue de 10 a 20 años. Por motivos desconocidos se produjeron Leucemia linfoblástica aguda, Leucemia mielocítica aguda y crónica, pero no se produjo Leucemia linfocítica crónica.

En niños cuyas madres recibieron radiaciones abdominales durante su embarazo desarrollaron Leucemia del tipo mielogénica ó linfoblástica.

LEUCEMIA

La Leucemia es una enfermedad maligna de los órganos hematopoyéticos caracterizada por una infiltración progresiva y sustitutiva de la médula ósea normal; así como los órganos linfoides por células inmaduras de la serie linfoide

granulocítica, eritrocítica, o megacariocítica. Ello provoca una progresiva disminución de las series equivalentes normales (eritropoyética, linfoide, trombopoyética), que condicionan síndromes secundarios graves (hemorragia, anemia, infecciones).

En la mayor parte de los casos, las células leucémicas inundan la sangre, donde pueden advertirse en abundancia, también pueden infiltrar hígado, bazo, ganglios linfáticos y otros tejidos del cuerpo.

La Leucemia se clasifica en aguda y crónica. La Leucemia aguda es la que hay más de 50 % de mieloblastos y linfoblastos en la médula ósea, además éstas se subdividen en: Leucemia mielóide aguda (LMA) y en leucemia linfoblástica aguda (LLA).

La Leucemia linfoblástica aguda se subdivide en:

L1: predominio de células linfoides pequeñas y homogéneas, con escaso citoplasma.

L2: las células predominantes son grandes, heterogéneas, con citoplasma abundante.

L3: predominio de células grandes y heterogéneas, con citoplasma abundante y vacuolado.

La Leucemia mieloblástica se subdivide en :

M1: predominio de mieloblastos, sin signos de maduración.

M2: mieloblastos con signos de maduración generalmente en sentido promielocítico.

M3: leucemia promielocítica hipergranular.

M4: leucemia mielomonocítica.

M5: leucemia monocítica.

M6: eritroleucemia, con proliferación asociada de eritroblastos y células mieloides.

PATOGENIA

La población de las células leucémicas de la LLA, y muchos casos de la LMA probablemente se deriva de una proliferación clonal y por divisiones sucesivas de un sólo blasto anormal. Las células no logran diferenciarse normalmente, aún cuando son capaces de seguirse dividiendo. Su acumulación provoca el reemplazamiento de las células precursoras hemopoyéticas normales de la médula ósea y finalmente, insuficiencia de médula ósea.

Las leucemias agudas se asocian con una predominancia de mieloblastos o linfoblastos en la médula.

Se supone que la leucemia linfocítica aguda (LLA) proviene por lo general de células primitivas en la serie linfóide.

La leucemia mieloblástica aguda (LMA) probablemente surge de un progenitor mielóide, implicado en grados variables en la proliferación de las líneas eritroide, granulocítica-monocítica y megacariocítica.

Las leucemias agudas abarcan más de la mitad de las leucemias observadas en la práctica clínica.

La leucemia linfoblástica (LLA) es la forma más común en los niños.

Se ha reportado que exponer el feto a estudios de radiodiagnósticos frecuentes durante el embarazo, incrementa la posibilidad de padecer un tipo de leucemia durante la infancia.

COMPLICACIONES

Se producen durante el curso de la leucemia aguda, por la pérdida de la función normal de la médula ósea, debido a la sustitución de células leucémicas, infiltración de otros órganos y efectos colaterales del tratamiento. Además de la anemia cabe destacar la siguiente:

INFECCIONES: las enfermedades infecciosas son, actualmente el mayor problema entre las complicaciones de leucemia aguda y la causa más importante en éstos pacientes. Los 2 factores fundamentales involucrados en la predisposición a la infección son la respuesta inmune deficitaria (tanto a nivel de la inmunidad humoral, como celular) y la disminución del número y función de los granulocitos, existiendo una relación muy clara entre la gravedad de la infección bacteriana y un número de granulocitosis, estimándose la cifra crítica en 500 granulocitos/milímetro.

Las bacterias que con mayor frecuencia producen infección mortal son *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Estafilococo dorado*, aunque cabe también destacar la aparición de infecciones por gérmenes oportunistas, como *aeromonas*. Por otro lado, las infecciones víricas, las fúngicas tienen una importancia enorme por su elevada morbilidad y mortalidad.

COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS: Son la expresión de la invasión a las meninges y/o parénquima cerebral por células leucémicas, bien como infiltración difusa de las meninges con líquido cefaloraquídeo rico en blastos.

Su manifestación clínica será el aumento de presión intracraneal, con vómitos cefálicos, edema papilar y letargia.

COMPLICACIONES RENALES: aparecen generalmente como efecto, de la destrucción masiva de células leucémicas al iniciar el tratamiento, momento en el que la catabolización, de los ácidos nucleicos produce una gran elevación del ácido úrico que puede dar lugar a una nefropatía con insuficiencia renal aguda.

La misma infiltración renal por células leucémicas puede traducir hematuria e hipertensión.

Complicaciones óseas y articulares: la manifestación clínica de la afección ósea es la aparición de dolores osteoarticulares.

COMPLICACIONES GONADALES: la infiltración ovárica o testicular produce aumento de volumen de dichos órganos, y es una complicación con mal significado pronóstico.

DIFERENCIACION ENTRE LA LLA Y LMA

En la mayoría de los casos, las manifestaciones clínicas y morfológicas en las tinciones de rutina diferencian entre la LLA y la LMA.

En la LLA, los blastos no muestran diferenciación, mientras que en la LMA hay cierta evidencia de diferenciación a granulocitos que se observa generalmente en los blastos.

TRATAMIENTO

MANEJO: CUIDADO DE SOSTEN:

Inserción de un catéter venoso central, es común insertar un catéter mediante un túnel cutáneo desde el tórax hacia

la vena cava superior para que puedan aplicar fácilmente sangre, productos derivados de la sangre, antibióticos, alimentación intravenosa, etc., y para obtener muestras de sangre para los estudios de laboratorio.

TRATAMIENTO DE LA ANEMIA: transfusiones de eritrocito.

Se emplean concentrados de plaquetas y sangre fresca. Puesto que la hemorragia es una causa importante de muerte inmediata después de la presentación se administran concentrados llenos de plaqueta en forma regular en el manejo de pacientes con hemorragias leves repetidas y en todos los casos de trombocitopenia severa.

TRATAMIENTO DE LAS INFECCIONES: la antibioterapia debe iniciarse inmediatamente después de la iniciación de la infección debe iniciarse con un aminoglucósido (por ejemplo, gentamicina o netilmicina) en combinación con una penicilina activa contra Pseudomonas (por ejemplo, mexilocilina, ticarcilina, o piperacilina) o una sefalosporina en altas dosis ha probado ser una excelente combinación inicial. Estas cubren organismos gram negativos, incluyendo pseudomonas, así como cocos gram positivos, y resultan ser bactericidas efectivos.

El tratamiento de las leucemias agudas causadas por irradiación, el ideal es por QUIMIOTERAPIA:

QUIMIOTERAPIA DE LA LEUCEMIA LINFOLBLASTICA AGUDA: consiste en la aplicación de una Quimioterapia capaz de provocar una destrucción blástica hasta conseguir la ausencia de signos de enfermedad.

La combinación de prednisona y vincristina induce la remisión completa en el 85-95% de los pacientes con LLA.

En condiciones normales la duración de esta fase de tratamiento es de 4 semanas aproximadamente. algunos médicos recomiendan una intensificación del tratamiento cuando esta está llegando a su finalización, con el fin de reducir la masa de células tumorales, especialmente las de localización extramedular (bazo, hígado, riñón). Es de corta duración y gran agresividad por lo que se utiliza usualmente sólo en los pacientes de mal pronóstico.

QUIMIOTERAPIA DE LA LEUCEMIA MIELOBLASTICA: los progresos en los tratamientos de la LMA no han sido tan importantes como los de la LLA, por lo que el pronóstico es claramente más sombrío. De todos modos las combinaciones de fármacos empleadas en los últimos programas de tratamiento muestran un alcance de la remisión completa en más del 75% de los enfermos, con una supervivencia a los 2 años del diagnóstico del 50%.

TRANSPLANTE DE MEDULA OSEA: el TMO ha sido durante los últimos años el gran tema de discusión e investigación en el tratamiento de leucemias. Aunque teóricamente incuestionable, las dificultades para encontrar un donante idéntico con el HLA y las complicaciones postransplantes han hecho disminuir euforias sobre las posibilidades reales de este tratamiento y su aplicación en la LA.

LEUCEMIA MIELOCITICA CRONICA

La leucemia crónica se caracteriza por la proliferación de leucocitos anormales que generalmente invaden la corriente sanguínea, mismos que pueden infiltrarse en cualquier parte del cuerpo causando síntomas locales. Evolucionan inevitablemente hacia la muerte.

Esta leucemia puede ocurrir a cualquier edad, pero la mayoría de los pacientes se encuentran entre los 30 y 50 años de edad. A pesar de que no hay un factor etiológico bien definido, un incremento en ambas leucemias granulocíticas (mielóide, mielógena) aguda y crónica fue notoria 5 a 8 años después de las explosiones atómicas en Japón.

En dosis de un gray (100 rads) o más, ya sea esta recibida en forma intencional (explosiones nucleares) o por terapia por medio de radiación, la radiación ionizante esta claramente asociada con un incremento de incidencia de ambas leucemias mielogénicas la aguda, y la crónica.

La historia natural de esta leucemia se puede dividir en 2 distintas fases. La fase crónica de la leucemia comienza con un desorden de la mieloproliferación, en la cual hay una excesiva proliferación y acumulación de células granulocíticas de maduración intermedia, mas bien como leucocitos polimorfonucleares.

Los mieloblastos componen menos del 10 % de células en la médula ósea y sangre periférica. La morfología de la médula ósea refleja ésta hiperproliferación y está usualmente hipercelular con excesivos precursores granulocíticos.

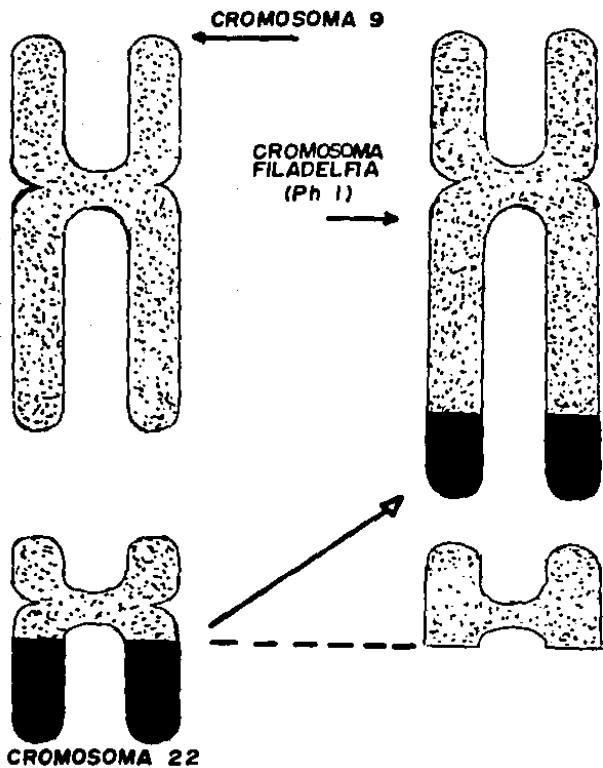
La fase blástica representa una evolución del proceso leucémico de hiperplasia de elementos maduros a la pérdida de diferenciación con un incremento del número de blastos y progranulocitos.

Las células anormales portan el cromosoma filadelfia (Ph1). La normalidad Ph1 se observa en un 90 % de los pacientes con leucemia mielocítica crónica e implica la delección del cromosoma 22 y la translocación de dicho segmento al cromosoma 9. La anomalía cromosómica se adquiere (por ejemplo, irradiación) y es también de origen clonal o, ocurriendo además en las células eritroides y megacariocitos, pero no en linfocitos y en fibroblastos.

Un gran incremento en la masa total de granulocitos del cuerpo es lo que origina la mayoría de las manifestaciones clínicas. En por lo menos un 70 % de los pacientes hay una metamorfosis terminal hacia una forma maligna aguda de leucemia.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

- a) síntomas relacionados con hipermetabolismo, por ejemplo, pérdida de peso, lastitud, anorexia, sudores nocturnos.
- b) la esplenomegalia se presenta casi siempre y es frecuentemente masiva, en algunos pacientes, este aumento de volumen se acompaña de malestar considerable, dolor o indigestión.
- c) las manifestaciones de anemia pueden incluir palidez, disnea, y taquicardia.
- d) petequias, epistaxis, menorragia o hemorragia de otros sitios.



- e) manifestaciones menos comunes incluyen, gota, alteraciones visuales y otros síntomas neurológicos, priapismo.
- f) uno que otro paciente se detecta durante el examen de sangre rutinario.

INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

Signos diagnósticos:

- a) leucocitosis generalmente mayor de 50×10^9 a la 9 /litro., y algunas veces mayor de 500×10^9 a la 9 /litro..
- b) se observa toda la serie de células mieloides en la sangre periférica. Los niveles de neutrófilos y mielocitos exceden aquellos de las células blásticas y promielocitos.

SIGNOS ADICIONALES

- a) cromosomas filadelfia en el análisis citogenético de sangre o médula ósea.
- b) médula ósea hipercelular con predominancia granulopoyética.
- c) aumento en el número de basófilos circulantes.
- d) la anemia normocítica normocrómica es usual.
- e) el número de plaquetas puede estar aumentado, normal o disminuido.
- f) hay aumento en el contenido de vitamina B12 en el suero, y en la capacidad de fijación de vitamina B12.

COMPLICACIONES

Es probable que ninguna parte del cuerpo se encuentre exenta de infiltración, por ejemplo, si se infiltra el sistema

nervioso central se presentarán síntomas de compresión y hemorragia. El bazo puede crecer mucho y ser doloroso. La mitad de los pacientes muere en crisis blástica. La supervivencia media es de 3 a 4 años. El 20 % de los pacientes sobrevive 10 años o más.

TRATAMIENTO

Medidas generales:

El objeto de la terapéutica es la paliación y la corrección de la anemia. El tratamiento específico de la anemia no es necesario, ya que se corrige generalmente con el tratamiento del proceso leucémico. Se practicarán cuentas globulares inicialmente cada semana y posteriormente 1 ó 2 veces al mes hasta que se obtenga una remisión satisfactoria.

QUIMIOTERAPIA

Esta consiste en agentes alquilizantes orales (bisulfán). El propósito de ésta terapia es en primer lugar de inducir una remisión (ausencia de cualquier evidencia clínica o de laboratorio de la enfermedad) y posteriormente el de continuar reduciendo la población oculta de células leucémicas mediante ciclos repetidos de la terapia.

TRANSPLANTE DE MEDULA OSEA

Actualmente se ha logrado confirmar que el transplante en la fase inicial es el mejor tratamiento para los pacientes de 50 años o más jóvenes que cuentan con un hermano HLA y CML (cultivo mixto de linfocitos) compatibles. Este es el único

tratamiento que regularmente conduce a la eliminación de la clona de células Phi positivas y que ofrece grandes posibilidades de cura permanente.

Sin embargo sólo el 30 % de los pacientes tienen donador compatible.

RADIACION

La terapéutica a base de rayos Roentgen en este tipo de lesión consiste en la radiación total del cuerpo o en la terapéutica local del bazo e hígado o de los infiltrados localizados. La terapéutica con rayos Roentgen localizada en bazo, tiene un efecto benéfico general sobre el sistema hematopoyético mediante mecanismos aún desconocido. Se ha administrado rayos Roentgen de alto voltaje localizados sobre el bazo en dosis que van de 50 a 100 rads. diariamente, hasta completar un total de 600 rads. y generalmente son suficientes para la remisión clínica hematológica. Como ya se mencionó anteriormente que el beneficio general de la radiación sobre el bazo es benéfico en este caso se da bajo mecanismo desconocido; pero a pesar de esto podría atribuirsele que en condiciones normales la irradiación sobre el bazo provoca disminución de las funciones normales de éste (formación, destrucción de células sanguíneas), pero que en el caso de la leucemia mielocítica crónica es beneficioso porque el objetivo principal de cualquier tratamiento es el evitar o detener la formación de células leucémicas.

BLOSCARIO

VACUOLIZACION: Proceso de formación de vacuolas, las cuales son pequeños espacios en el protoplasma de una célula.

PICNOSIS: Condensación, espesura, especialmente degeneración celular en la que el protoplasma se hace más denso y el tamaño de la célula disminuye. Coloración uniforme, intensa del núcleo celular, en la que no se distingue la red de cromatina, atribuida a la muerte del núcleo.

NEUTROFILIA: Aumento en el número de leucocitos neutrófilos en la sangre.

LINFOPENIA: Disminución de leucocitos linfocitarios en la sangre.

TROMBOCITOPENIA O PLAQUETOPENIA: Disminución del número de plaquetas o trombocitos en la sangre.

LEUCOPENIA: Reducción del número de leucocitos en la sangre por debajo de 5000.

PURPURA: Afección caracterizada por la formación de manchas rojas de la piel, constituidas por pequeñas extravasaciones sanguíneas subcutánea, síntoma de diversas enfermedades.

EQUIMOSIS: Extravasación de la sangre en el interior de los tejidos.

PETEQUIAS: Pequeñas manchas de la piel por la efusión (derrame) de sangre, que no desaparece por la presión de los dedos.

EPISTAXIS: Hemorragia por las fosas nasales.

NEUTROPENIA: Deficiencia anormal de células neutrófilas en la sangre.

SEPTICEMIA: Existencia en la sangre de bacterias patógenas y productos de la misma.

LASTITUD: Debilidad, desfallecimiento, cansancio y agotamiento.

DIÁFORESIS: Sudación especialmente la profusa.

ESPLENOMEGALIA: Aumento de volumen o hipertrofia del bazo.

HEPATOMEGALIA: Aumento de volumen del hígado.

RETICULOCITO: Eritrocito joven que muestra por coloración vital una red de granulaciones y fibrillas, considerado como elemento de formación medular apresurada, pues son particularmente numerosos en las anemias posthemorrágicas.

RETICULOPENIA: Escasez de reticulocitos en la sangre.

NRMOBLASTO: Eritroblasto nucleado, del tamaño de un eritrocito normal que se observa en las anemias secundarias y en la leucemia mielógena.

MEIOBLASTO: Célula grande mononuclear no granulosa de la médula ósea, origen de los mielocitos.

PROLIFERACION CLONAL: Proliferación originada por replicación asexual de una unidad, sea un organismo o una célula.

LETARGIA: Sueño profundo y continuado, con exaltación de los tejidos.

DISNEA: Dificultad en la respiración.

LINFOADENOPATIA: Término común para las afecciones de los ganglios linfáticos o del tejido linfático.

DIPLOPIA: Visión doble de los objetos, debida al trastorno de la coordinación de los músculos motores oculares.

HEMATURIA: Emisión por la uretra de sangre pura o mezclada con la orina, síntoma de enfermedades diversas.

MENORRAGIA: Menstruación anormalmente profusa y duradera.

PRIAPISMO: Erección anormal del pene sin deseo sexual ordinariamente sintomático de una afección inflamatoria, de la uretra y vejiga, o de una lesión de la médula espinal.

C A P I T U L O V

MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA

La proyección de los rayos Roentgen, puede lesionar cualquiera de los tejidos. La radiografía es indudablemente una parte esencial del ejercicio odontológico moderno. Aunque la radiación Roentgen, es potencialmente una fuerza peligrosa, puede utilizarse sin riesgo alguno tanto para el Odontólogo como para el paciente. Es primordial comprender bien no solo los peligros sino también las medidas protectoras necesarias.

Cuando se han tomado todas las medidas posibles para reducir la radiación a la menor cantidad especial para formar la imagen de definición y contraste adecuados y cuando todavía esta cantidad se restringe el área de interés, que dan otras consideraciones esenciales para la seguridad del Odontólogo y del paciente. Aunque la radiación recibida por el paciente durante el examen individual ordinario, es generalmente una fracción muy pequeña de la cantidad tolerable, es indudable que las películas rápidas y el revelado completo de las radiografías permitan reducciones muy importantes de la exposición.

Para reducir al mínimo los peligros de la radiación es preciso conocer bien las técnicas de posición del paciente, el funcionamiento correcto del equipo de rayos Roentgen y por último el revelado adecuado de las películas.

Si todo esto se toma en cuenta, se reduce al mínimo las repeticiones de radiografías y se mantiene la calidad radiográfica a un nivel alto.

DIFERENTES TIPOS DE APARATOS

PARA MEDIR LA RADIACION

Para determinar con exactitud la dosis recibida de radiación, se utilizan los siguientes dispositivos:

GAFETES CON PELICULA: La película dental se coloca dentro de un paquete que contiene varios filtros metálicos; cuando se revela, el oscurecimiento o la densidad de ésta indica la cantidad de radiación que alcanzó; las cantidades de radiación que estaban abajo de los filtros indican su capacidad de penetración.

CAMARA DE IDNIZACION: Esta cámara es una zona cargada eléctricamente que agrupa los iones que se forman en ella cuando se le expone a los rayos Roentgen, y la cantidad de electricidad que produce los iones reunidos se lee através de un microscopio que se encuentra en el mismo instrumento que carga la cámara (lector de carga), en terminos de roentgen o miliroentgens.

RATOMETRO: Tiene cámara colectoral de iones que continuamente la carga una batería. El instrumento mide en forma constante la cantidad de ionización que se presenta en el aire dentro de la cámara y al grado de exposición a la radiación en términos de roentgens o miliroentgens

por minuto u hora.

CRISTALES DE FLUORURO DE LITIO

Y FLUORURO DE CALCIO: Tienen la cantidad de absorber los rayos Roentgen y de atrapar energía, ésta se libera en forma de luz visible cuando el cristal se calienta y por lo que a este sistema de medición se llama dosimetría termoluminiscente.

Los cristales se pueden utilizar en una sola pieza o en forma de polvo.

Este sistema es muy útil debido a que los cristales absorben la radiación en forma similar a como lo hacen los tejidos blandos; el dosímetro puede ser pequeño y los cristales responden en forma proporcional a las dosis de rayos de acuerdo a una amplia variedad de cantidades de radiación.

IONOMETROS: Son instrumentos que permiten controlar directamente el poder ionizante, en nuestro caso de los rayos Roentgen. Los hay de bolsillo muy prácticos. Tienen la forma de un lápiz fuente, y hasta un broche para ser sostenidos en la ropa del radiólogo.

Sus elementos constitutivos básicos, en general son una capa de grafito que cubre la superficie interior de un cilindro y otro conductor metálico que ocupa el eje del mismo, el espacio entre ambos conductores se

halla ocupado (lleno) por un gas que los aísla (argón).

Para su uso, estos ionómetros de bolsillo se cargan eléctricamente mediante aparatos especiales. Cuando los rayos Roentgen (fotones) ionizan el gas, dentro de éste se separan los pares iónicos formados, dirigiéndose de acuerdo con su signo uno al grafito y otro al conductor central, neutralizando parte de sus cargas contrarias. La disminución de las cargas iniciales (tensión) se hace proporcionalmente a la ionización del gas, o sea, de acuerdo con la cantidad de rayos absorbida.

La lectura puede hacerse directamente, en algunos modelos, o mediante el auxilio de aparatos especiales, en otros dispositivos para carga y lectura.

Estos ionómetros portátiles se fabrican con distintas sensibilidades (por ejemplo, de 0 a 0.2R o de 0 a 0.5R, etc.).

PELICULAS DOSIMETRICAS: Otro método más económico es el de las películas dosimétricas, basado en el control de la densidad radiográfica, que es el grado de ennegrecimiento de una película.

Estas películas vienen en paquetes de tamaño similar a los dentales standard pero sin el respaldo metálico que traen estos. Las hay de diferentes sensibilidad

y marca (Kodak, Dupont, Ilford)

Estos paquetes en chasis especiales, que dejan una parte de la película descubierta a los rayos Roentgen los lleva el Odontólogo y personal auxiliar en sus ropas de trabajo durante el tiempo de comprobación (dosis semanales o trimestrales). Una vez cumplido este tiempo se envía a laboratorios especiales, en los cuales, después de someter las películas a un riguroso y controlado proceso de laboratorio (tiempo-temperatura), se determina la densidad radiográfica adquirida por ellas; comparándolas con las de otra película de control, y sobre ellas la base de tal densidad se establece la cantidad de Roentgens recibidos.

Mediante las películas dosimétricas es posible registrar dosis entre amplios límites, por ejemplo 13mR y 1800 R (Kodak).

A falta de algunos de los aparatos anteriormente mencionados, es posible obtener provisionalmente información orientadora sobre la importancia de la cantidad de rayos recibida.

Para ello basta simplemente fijar sobre la cara activa de un paquete dental virgen (película ultrarápida) una moneda con cinta plástica radiotransparente, y llevando este paquete sobre las ropas (cara activa hacia afuera por la presencia del respaldo metálico) o dejarlo en un sitio que se desee controlar (radiación secundaria), durante el tiempo de comprobación, se procede luego al procesado de las películas. La cantidad de rayos recibida corresponderá al grado de ennegrecimiento (densidad radiográfica) que pueden observarse en el negativo alrededor de la silueta blanca de la moneda.

PROTECCION PARA EL PACIENTE

La dosis que se aplica al paciente se puede reducir hasta una cantidad muy pequeña en consultorios dentales donde se ha practicado con anterioridad una buena higiene radiactiva.

Los procedimientos se resumen así:

- 1.- Empleo de películas rápidas.
- 2.- Filtración adecuada.
- 3.- Colimación apropiada.
- 4.- Uso de protecciones gonadales.
- 5.- Buena técnica de exposición.
- 6.- Uso de conos cilíndricos.
- 7.- Aumento de la distancia entre tubo y paciente.
- 8.- Empleo de filtros ocultos y conos revestidos de plomo.

Los 3 primeros procedimientos son los más eficaces para reducir la exposición del paciente a los rayos Roentgen.

PELICULAS RAPIDAS: Hace 50 años las películas dentales necesitaban un tiempo de exposición de 3 ó 4 segundos; en la actualidad utilizando el mismo tiempo de radiación, grado de producción y distancia del paciente al aparato de rayos Roentgen, es posible tomar radiografías con un tiempo de 1/4 de segundo.

EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE LA PELICULA PARA REDUCIR LA
RADIACION PARA EXPONERLA

| VELOCIDAD DE LA PELICULA | MILIROENTGENS PARA LA EXPOSICION A UNA DENSIDAD PROMEDIO DE LA PELICULA (APROXIMADO) |
|---------------------------|--|
| ----- | ----- |
| American National Standar | |
| Grupo A y B | 600-160 mR |
| Lenta | |
| ----- | ----- |
| American National Standar | |
| Grupo C | 160-80 mR |
| Mediana | |
| ----- | ----- |
| American National Standar | |
| Grupo D | 80-40 mR |
| Rápida | |
| ----- | ----- |
| American National Standar | |
| Grupo E | 40-20 mR |
| Ultra rápida | |
| ----- | ----- |

Como se demuestra las películas más rápidas requieren de menor radiación para producir una imagen latente factible de revelar. Muchos autores indican que es el método individual más eficaz para reducir la exposición del paciente a la radiación.

FILTRACION

El haz de rayos Roentgen que emite el aparato radiográfico dental esta formado por fotones de muchas longitudes de onda o energias diferentes, con distintos grados de penetración en los tejidos humanos.

Aquellos que no pueden atravesar los tejidos blandos, dientes y hueso de la región bucal, no pueden llegar hasta la película y por lo tanto no son útiles para la formación de la imagen radiográfica; sin embargo, contribuyen a la dosis de rayos Roentgen que recibe el paciente.

Con el efecto de eliminar esta filtración inútil, se filtra el haz de rayos Roentgen pasándola através de filtros de aluminio que se colocan en la salida de la cabeza del aparato radiográfico.

La cantidad de filtración que se recomienda varia con el potencial eléctrico operante: a 70 kvp o menos, la filtración debe tener 1.5 de aluminio cuando se emplea más kilovoltaje; se recomienda que la cantidad de aluminio debe ser de 2.5 mm..

COLIMACION

El haz de rayos Roentgen sale del aparato radiográfico en forma de cono, cuyo ápice es la fuente o blanco del tubo; ésta forma se determina por la que tiene la ventana de salida de emisión, localizada en la cabeza del tubo y que por lo general es circular; el diámetro del haz o del tamaño del área que cubre, se hace mayor conforme se aleja de la salida.

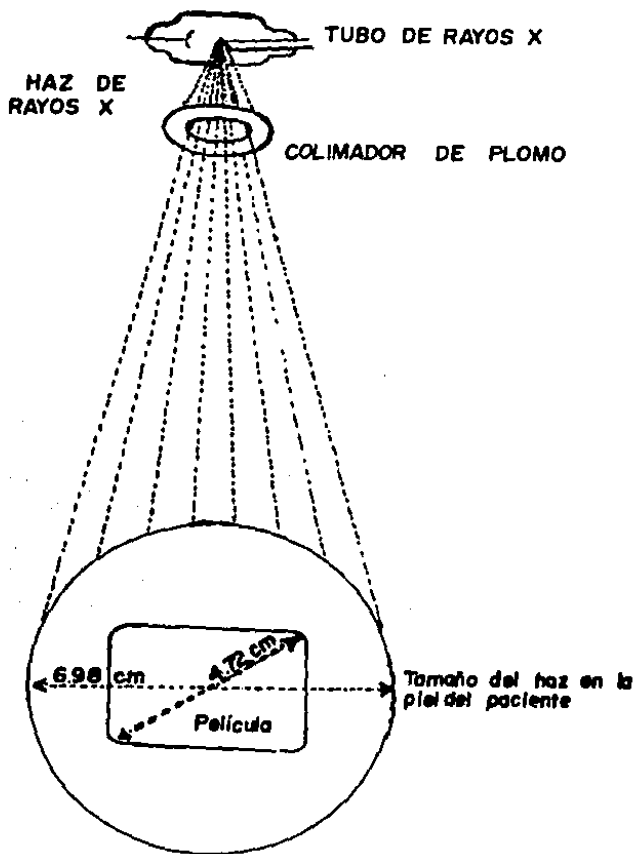
Las diferentes técnicas radiográficas intraorales

emplean distancias distintas entre el tubo de rayos Roentgen y la piel del paciente, pero independientemente de la distancia, el tamaño del haz en el paciente no debe medir más de 6.98 cm., pues es lo necesario para cubrir el tamaño regular de una radiografía dentoalveolar que mide diagonalmente menos de 5 cm..

El tamaño correcto del haz se obtiene colocando un diafragma de plomo sobre la ventana de emisión.

Al reducir el tamaño del haz de rayos Roentgen se disminuye la cantidad de tejido al radiar y es necesario tener experiencia técnica para evitar producir un cono cortado al emplear un haz de rayos Roentgen pequeño; sin embargo, la colocación adecuada de un haz con esta medida que cubra la película se logra con un poco de entrenamiento evitándose la radiación innecesaria al paciente.

La colimación más exacta del haz para adaptarse al tamaño de la película dentoalveolar se obtiene con colimadores rectangulares que son capaces de girar sobre un pivote para colocar su eje longitudinal en sentido horizontal y vertical según cambie la posición del eje mayor de la película cuando se emplea en las regiones anteriores y posteriores del paciente; en el caso de una colimación rectangular, el portaradiografías también debe indicar dónde se va a colocar el haz con respecto a la película.



DIAFRAGMA QUE MUESTRA LA COLIMACION DEL HAZ DE RAYOS ROENTGEN PARA LA RADIOGRAFIA INTRA-BUCAL . EL AGUJERO EN EL CENTRO DEL DISCO DE PLOMO DA FORMA AL HAZ.

PROTECCION GONODAL

Se fabrican muchos tipos de mandiles de plomo; algunos sólo cubren el Area gonodal del paciente; otros la mayor parte del torso. Son flexibles y pueden tener diferentes capacidades de absorción a los rayos Roentgen.

Casi todos tienen un equivalente de 0.25 mm. de plomo y su objetivo es absorber la radiación dispersa. Estos mandiles de plomo también se pueden utilizar cuando es necesaria la toma de radiografía, en pacientes embarazadas; para evitar principalmente problemas genéticos explicados con anterioridad.

La relación de exposición a los rayos Roentgen con respecto a la cara y gónodas del paciente difiere entre el hombre y la mujer: en el hombre la exposición gonodal sin mandil llega hasta $1/40000$ de la exposición facial; en la mujer, la exposición de las células reproductoras es menor debido a que se encuentran más profundas en el cuerpo y están protegidas de la radiación dispersa que se origina en el aparato de rayos Roentgen o en la cabeza del paciente.

Aunque es muy pequeña la dosis gónodal que recibe el paciente durante la radiografía dental, el empleo de una protección gonodal eliminará ésta dosis.

COLLARES TIROIDES

Son protecciones similares a las gonodales, pueden venir por separado o ser parte de un mandil; cubren la glándula tiroides durante la toma de la radiografía dental y reduce la

exposición de la glándula a la radiación.

TECNICA DE EXPOSICION DE LA PELICULA

El cirujano dentista debe de ser competente, pues cuando la película se expone en forma inapropiada, es necesario que se vuelva a tomar y lo mismo sucede cuando se arruinan por procedimientos de revelado inadecuados; además repetir la radiografía expone al paciente a una dosis adicional.

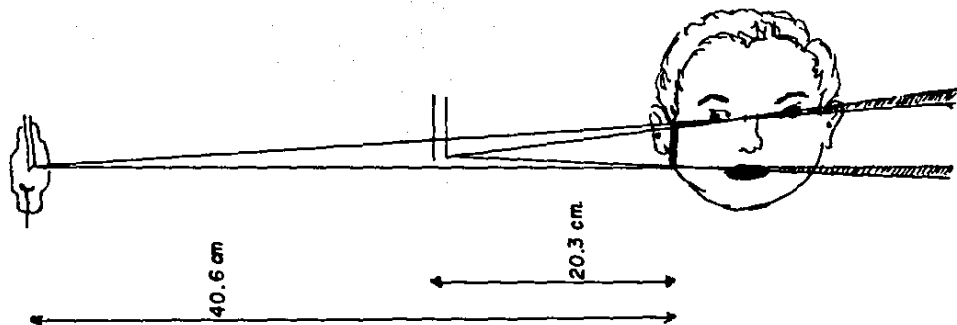
CONOS CILINDRICOS

Cuando el aparato de rayos Roentgen tiene un cono en punta de plástico, los rayos necesitan penetrar este material, por lo que produce una pequeña radiación dispersa.

El empleo de un cono cilíndrico obtiene el mismo objetivo que el cónico con respecto a la localización del haz de rayos Roentgen, pero la diferencia del cono cilíndrico es que algunos fabricantes protegen el cono con plomo evitando así la radiación dispersa.

DISTANCIA ENTRE TUBO Y PACIENTE

Por lo general, la radiografía intraoral se realiza mediante 2 técnicas básicas, la bisectriz esta es la teoría geométrica de la técnica de la bisectriz, es la de los triángulos isométricos (que tienen la misma medida). El operador debe dividir visualmente el ángulo que forman el diente y la película; y dirigir el haz de rayos Roentgen perpendicular a la bisectriz localizada; de esta manera, se forma sobre la película la sombra



DIAFRAGMA QUE MUESTRA EL EFECTO DE USAR DISTANCIAS CORTAS Y LARGAS ENTRE TUBO Y PACIENTE. EL AREA SOMBREADA REPRESENTA TEJIDOS RADIADOS CON LA TECNICA DE DISTANCIA CORTA QUE SE ELIMINA DEL HAZ PRIMARIO CON LA DISTANCIA LARGA.

del Apice del diente en un punto situado a la misma distancia del borde incisal.

La otra técnica básica es la del paralelismo, ésta técnica coloca el plano vertical de la película paralelo a los ejes longitudinales de los dientes, y para conservar esta posición, generalmente se fija la película en algún tipo de portapeliculas, ésta técnica requiere de una distancia de 40.6 a 52 cm. entre el tubo de rayos Roentgen y la piel del paciente. La distancia amplia reduce la cantidad de tejido a radiar en el haz primario sin que disminuya el tamaño del haz de la piel; esto se debe a que, cuando la distancia entre el tubo y el paciente es corta, el haz diverge más en el paciente.

FILTROS Y CONOS DE PLOMO

En la cabeza del aparato de rayos Roentgen se origina cierta cantidad de radiación dispersa, debido principalmente a la radiación del tubo y a que se filtra en el haz primario. La mayor parte de esta radiación se puede absorber si se coloca el filtro entre el diafragma colimador y la cabeza del tubo de rayos Roentgen; un método más eficaz es el colocar un colimador de metal pesado en el cono de plástico; por otro parte el cono cilíndrico, una ligera modificación también puede reducir esta radiación dispersa al revestir el interior del cono con una lamina delgada de plomo u otro metal pesado que absorba la mayor parte de esta radiación.

PROTECCION PARA EL CIRUJANO DENTISTA

Antes de comentar los procedimientos del operador para protegerse de los rayos Roentgen es aconsejable identificar la fuente a la cual se está expuesto.

Las 2 más importantes son: el haz primario y la radiación dispersa que se origina en los tejidos radiados del paciente. Otras fuentes de menor importancia incluyen la filtración de radiación a través de la cabeza del tubo, radiación dispersa proveniente de filtros y conos, además de otros objetos ajenos al paciente, como paredes y muebles, que el haz primario puede alcanzar.

Los procedimientos incluyen evitar el haz primario y el contacto con la cabeza del tubo, la distancia, posición y empleo de posiciones de plomo.

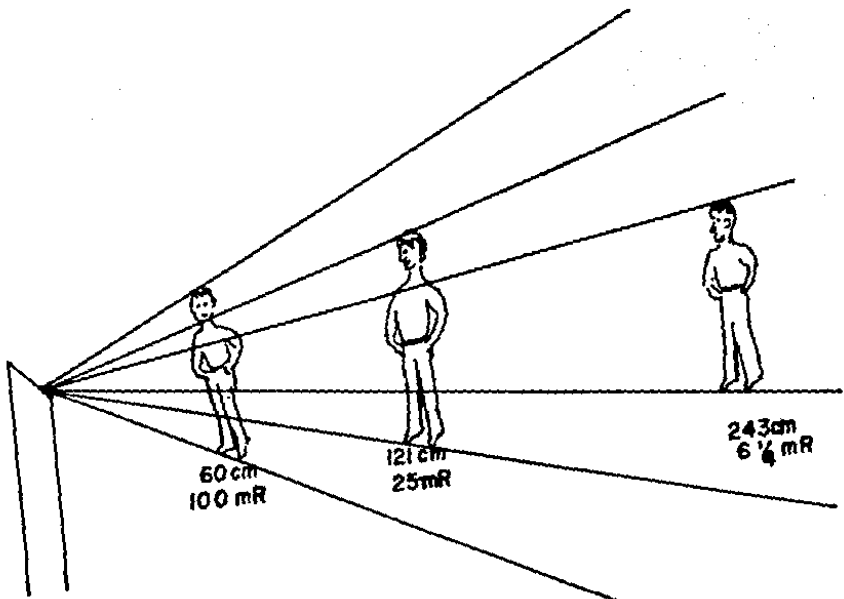
EVITAR EL HAZ PRIMARIO

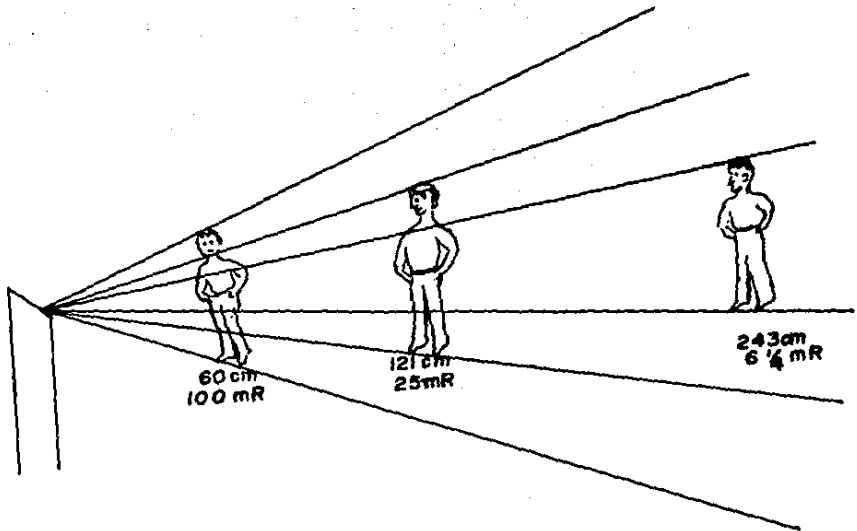
La primera y más importante regla es alejarse del haz primario de los rayos Roentgen, lo que no sólo significa estar alejado del haz primario sino también nunca sostener las películas dentales en la boca del paciente.

DISTANCIA

El segundo procedimiento importante es alejarse de otra fuente importante de radiación, la cabeza del paciente.

Se recomienda una distancia mínima de 1.9 mts.; el





aparato de rayos Roentgen debe estar equipado con un cordón enresortado de tiempo, que permita ésta distancia. El objetivo de aumentar la distancia entre el operador y paciente es disminuir la intensidad de la radiación dispersa que lo llega a alcanzar.

PROTECCIONES

En el caso de que el diseño del consultorio no permita que el operador se aleje del paciente, debe permanecer atrás de una protección adecuada que debe ser tan eficaz para absorber los rayos Roentgen dentales, como por ejemplo 1mm. de plomo; incluso puede observar al paciente durante la exposición radiográfica, mediante una ventana de vidrio emplomado que se coloca en la protección y que absorberá los rayos Roentgen y permitirá que la luz visible lo atraviese.

POSICION DEL OPERADOR

Además de alejarse del paciente, puede reducir la exposición si permanece en ciertas áreas durante la toma de la radiografía.

Como regla general, las zonas que producen menos radiación dispersa son aquellas que están en ángulos rectos al paciente desde el haz de rayos Roentgen y atrás de él.

Estas regiones reciben menos radiación dispersa debido a que ésta se origina en los tejidos bucales del paciente y deben de pasar através de su cráneo antes de alcanzarlas.

EVITAR SOSTENER LA CABEZA DEL TUBO DE RAYOS ROENTGEN

La cubierta del tubo de rayos Roentgen no absorbe el 100% de la radiación que está a su alrededor; cada cabeza del tubo del aparato de rayos Roentgen deja pasar una pequeña cantidad de radiación de filtración. El operador no debe sostener esta cabeza durante la exposición de la película, y si esta no permanece quieta en forma mecánica se debe ajustar.

PROTECCION DEL MEDIO

El haz primario de radiación nunca se debe dirigir a ninguna otra persona que no sea el paciente, quien debe colocarse de manera tal que el haz se dirija a una parte del cuerpo y que no se pase a través de la puerta o de otras aberturas donde puedan haber otras personas.

EXAMENES DE RADIACION

Los rayos Roentgen dentales pueden penetrar las paredes del consultorio, y si esto ocurre, las personas que están en cuartos adyacentes o corredores se pueden exponer en forma innecesaria.

La cantidad de exposición depende de muchos factores, como el kilovoltaje que se emplee, la capacidad de absorción de las paredes y la cantidad de tiempo que la gente permanece en las áreas adyacentes. Debido a la existencia de tantas variantes, la exposición del medio a la radiación de las paredes de cualquier cuarto de rayos Roentgen, se mide fácilmente con dispositivos de

radiación.

Las paredes de 7 cm., de concreto sólido, 4.5 mm. de acero, 1 mm. de plomo proporcionarán protección adecuada a las áreas adyacentes incluso en lugares muy concurridos.

INSPECCION DE LA RADIACION

Calcular la exposición del profesional o personal asociado a los rayos Roentgen es una buena medida de protección. El control se puede llevar a cabo con ciertos aparatos anteriormente mencionados.

LINEAMIENTOS DE LA EXPOSICION DEL ODONTOLOGO A LOS RAYOS ROENTGEN

El United States National Council on Radiation Protection recomienda que el radiólogo no se exponga a más de 5 rads. por año (o casi 100 miliroentgens por semana), a lo que a veces se le llama dosis máxima permisible (DMP). No es razon para que el Odontólogo se exponga a una tercera parte de ésta, incluso en un consultorio muy concurrido, si se siguen los procedimientos de protección adecuada.

Si se reciben más de 3 roentgens en un periodo de 13 semanas, debe evitar la exposición posterior hasta que su dosis total por año esté por debajo de los 5 roentgens.

El excederse en forma temporal a estos límites no significa que aparecerán efectos biológicos; los límites se crearon para conservar en un nivel aceptable los efectos mutacionales de los rayos Roentgen en toda la población.

Además las personas que trabajan con radiación no deben

exceder la dosis de exposición que se acumula durante toda la vida que es de $5 \times$ (edad del Odontólogo--18) roentgens; esta fórmula se llama dosis máxima acumulada (DMA) e indica que el radiólogo debe tener al menos 18 años de edad.

El producto de una mujer embarazada tiene un límite especial de 0.5 rem.. Las autoridades que regulan la salud ocupacional requieren que los trabajadores expuestos a más de 25 mR a la semana usen un dispositivo de control.

CONCLUSIONES

En la práctica diaria el Odontólogo hace uso de los rayos Roentgen; por lo que es importante conocer el origen y la física de los mismos para aplicarlos adecuadamente tanto, en diagnóstico, como para tratamientos.

Se considera que los factores más importantes para una adecuada producción de rayos son: el kilovoltaje, que regula la calidad de los rayos; y el miliamperaje, que regula la cantidad de estos.

Es importante tanto para el Odontólogo, como para las demás personas que trabajan con radiación ionizante, conocer los daños perjudiciales de ésta, que son debidos a un manejo inadecuado o a una sobreexposición de la misma. Las lesiones en primer grado de afección son las hematopoyéticas, las cuales la de menor severidad, se considera la anemia aplástica; y la de mayor consecuencia la leucemia, siendo ésta una lesión irreversible.

Con el fin de comprender las lesiones hematopoyéticas, hay que tener un amplio conocimiento de las funciones y anatomía del sistema hematopoyético.

Con lo anterior, se trata de concientizar al profesional como al personal que trabaja con radiación, para que conozcan y utilicen las diferentes medidas de protección, tanto para el paciente, como para el radiólogo y que aplicándolas adecuadamente se puedan anular o disminuir los efectos colaterales de los rayos Roentgen.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, J.
Lesiones producidas por electricidad y radiaciones.
(Rayos Roentgen y Gamma)
Prensa Médica
México. 185-219.
- A. Buzzati Traverso
Mutaciones provocadas por los rayos X
Italia. 402-408.
- Ellinger, F.
Medical Radiation Biology.
Springfield Ill 1957
- Finch, S. E.
The study of atomic bomb survivor in Japan.
1979
- Galton, D. A. G.
The Chronics and Haematology.
Filadelfia
- Gómez Mataldi Recaredo. A.
Radiología Odontológica.
Editorial Mundi.
- Guyton, Arthur. G.
Tratado de Fisiología Médica.
Interamericana
México 1977 56-74.
- Ham, A. W.
Tratado de Histología.
Interamericana
México 1983 310-407.
- Hodges, R.
Radioterapia.
(Naturaleza y Producción de Radiaciones).
México. 261-271.
- Hoffbrand, A. V.
Pettit. J. E.
Hematología Básica.
México. 25-30, 117-125, 129-147, 157-190.

- Hutchinson, F.
The Molecular Basis for Radiation Effects on cells Cancer.
1966 2045.
- Lincoln, R. Manson and Hing.
Fundamentos de Radiología Dental.
Manual moderno
1987 105-118.
- Mac Bride.
Blacklow.
Signos y Síntomas
Fisiopatología aplicada e Interpretación clínica
Interamericana.
1982 489, 595, 596.
- Petersdorf, G. Robert.
Adams, D. Raymonds.
Harrison's Principles of Internal Medicine.
Tenth Edition.
798-810.
- Robins, S. L.
Angel, M.
Kumar, V.
Patología Humana.
Interamericana.
254-258, 354-358.
- Spear, F. G.
Radiations and Living Cells.
New York. 1953.
- Tratado de Medicina Práctica (MEDICINE)
Programa Internacional para la Actualización Médica. No. 42
Pediatria (III).
1988 40-60.
- Tratado de Medicina Práctica (MEDICINE)
Programa Internacional para la Actualización Médica. No. 7
Hematología (I)
1987 54-59.
- Williams, W. J. Colaboradores
Haematology.
Mc. Grow Hill 2nd. Edition.
New York. 1977.