



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA

**LA IMPORTANCIA DE LA RADIOBIOLOGIA EN EL
HOSPITAL CHRISTUS MUGUERZA UPAEP DURANTE
EL PERIODO: JUNIO-SEPTIEMBRE 2014”**

Tesina que presenta:

JIMENEZ VEGA URIEL

Para obtener el título de

**Profesional Asociado en
Imagenología**

ASESOR EXPERTO:

DR. GABRIEL BERISTAIN PEREZ

ASESOR METODOLOGICO:

PROF. VICTOR BRAVO VARGAS**ABRIL 2015
AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios regalarme ese perdón a través de su hijo Jesucristo, por su Bendición cada día y por permitirme terminar mis estudios profesionales.

Gracias a mis padres José Roberto Jiménez Torres y María Ernestina Vega Gutiérrez por su apoyo incondicional y por su Amor que me han mostrado. Pero sobre todo a mi madre por su esfuerzo y valentía.

Gracias a mi hermano Edshon Giovanni Jiménez Vega por su compañerismo y por soportarme tantos años.

Gracias a mi novia Ivon Noemi Pérez Galicia por ser de gran motivación en mi vida por convertirse en mi aliada y compañera y por su gran amor.

Gracias a mi amigo Leopoldo Rodríguez por su amistad, por sus consejos y por tener esa disposición para corregirme.

Gracias a mis pastores Rene y Ana Brito por ser mis guías espirituales y por ser grandes ejemplos para mí, por su apoyo y amistad de cada uno

Gracias al Dr. Gabriel Beristáin Pérez y al Dr. Jesús Zarain Rojas por sus consejos y atenciones durante mi estancia en el hospital. Pero sobre todo por la amistad de cada uno.

Gracias a los luchadores: Pegaso, PólíceMen, Black Master y Karissma por transmitirme sus estrictas enseñanzas que llevare en el ámbito profesional de la Lucha Libre

INDICE.

1. INTRODUCCION.....	4
2. ANTECEDENTES CIENTIFICOS GENERALES.....	5
3. ANTECEDENTES CIENTIFICOS ASPECTOS PARTICULARES.....	6
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
5. OBJETIVOS.....	36
5.1 OBJETIVOS GENERALES.....	36
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	36
6. MATERIAL Y METODO.....	36
7. RESULTADOS.....	37
8. CONCLUSION.....	43
9. ANEXOS.....	44
10. BIBLIOGRAFIA.....	48

1- INTRODUCCION

El presente trabajo de carácter descriptivo retrospectivo se realiza con la finalidad de hacer conciencia al personal médico y hospitalario sobre la importancia de la radiobiología a través de folletos y platicas al personal hospitalario. Además de conocer el nivel de conocimientos que cuentan sobre la radiobiología. Esta investigación se realizó en el hospital Christus Muguerza UPAEP ubicado en la ciudad de Puebla durante el periodo junio-septiembre del 2014.

En la siguiente investigación se muestra información útil sobre cómo prevenir efectos de la radiación diagnóstica para que esta sea tomada en cuenta por el personal médico y hospitalario y así prevenir a futuro efectos de la radiación diagnóstica. Sin duda alguna la Radiobiología debería de ser una ciencia aplicable por el personal hospitalario relacionado con la radiación diagnóstica en donde se involucre a la mayoría del personal ya sea directa o indirectamente. Lamentablemente la radiobiología hoy en día es una ciencia desconocida para la mayoría de los profesionales de la salud, lo cual es alarmante de manera que al no tener los suficientes conocimientos sobre la radiobiología se pone en riesgo la integridad del paciente y del personal que se involucra con el área de imagenología.

2. ANTECEDENTES CIENTIFICOS GENERALES

Historia de la Radiobiología

La radiobiología es el estudio de la acción biológica de las radiaciones sobre la materia, lo que impulsa el conocimiento y desarrollo de una disciplina tan importante en nuestros días como es la Radiología. Conocer los mecanismos biológicos de lo que ocurre cuando el individuo se expone a radiaciones tanto ionizantes como no ionizantes, junto con avances físicos, ha impulsado el perfeccionamiento y avance de especialidades del campo de la Radiología. Poco tiempo después del descubrimiento de Roentgen, los médicos observaron que los rayos X parecían destruir células tanto normales como neoplásicas. Pierre Curie se produjo deliberadamente una reacción similar en su antebrazo. Unos días después presentó una comunicación en la Academia de Ciencias Francesas que decía: (1)

"La piel comenzó a enrojecer en una superficie de seis centímetros cuadrados; la apariencia es la de una quemadura, pero la piel no me dolía o me dolía muy poco. Al cabo de cierto tiempo, el enrojecimiento aunque sin extenderse, se hizo más intenso. Al vigésimo día se formaron costras, luego una llaga que cubrimos con vendajes. El cuadragésimo segundo día, la epidermis comenzó a regenerarse por los bordes hasta llegar al centro. Cincuenta y dos días después de la acción de los rayos queda aún en estado de llaga una superficie de un centímetro cuadrado, que adquiere un aspecto grisáceo, indicando una mortificación más profunda" (Eric J. Hall. Radiobiology for the radiologist. J.B. Lippincott Company, 1988). (1)

El optimismo por la consecución de radiografías y curaciones fue seguido no obstante del pesimismo, a causa de la frecuente aparición de quemaduras. Los sistemas rudimentarios de medida de dosis, basados en el cambio de color de pastillas de bario (técnica de Sabouraud y Noiré en 1904) o en métodos biológicos como la dosis eritema resultaron insuficientes. A partir de aquí las investigaciones no cesan. Estábamos en los albores de la Radiobiología. (1)

3-ANTECEDENTES CIENTIFICOS ASPECTOS PARTICULARES

Radiación Natural

El hombre siempre ha estado expuesto a la radiación natural, esta radiación proviene del espacio exterior (Radiación cósmica), del aire el cual contiene una concentración pequeña de Radón, del material que forman los sitios que habitamos (hogar, escuela, oficina, etc.) del propio cuerpo (40 K, 14 C) y de algunas bebidas y alimentos que ingerimos; a este tipo de radiación se le conoce como radiación de fondo. (2) (1)

Por radiación cósmica se recibe :
--

La cantidad de radiación de fondo terrestre a la que el hombre esta expuesto depende de muchos factores , por ejemplo el área geográfica de donde habita, pues a nivel del mar esta expuesto a 0.1 uSv/hr. (2)

➤ A nivel del mar 0.03 \square Sv/h
➤ A nivel de la Cd. de México 0.1 \square Sv/h
➤ A nivel del Himalaya 1 \square Sv/h
➤ A nivel de un vuelo comercial 5 \square Sv/h
➤ A nivel de vuelo supersónico 10 \square Sv/h

La Tabla 1. Nos muestra la cantidad de radiación cósmica a la que el hombre está expuesto dependiendo del lugar donde se encuentre (1)

De hecho se considera que la cantidad de radiación que en su totalidad el hombre recibe, en un 70 % es por radiación natural y solamente un 30 % es debido a la radiación artificial, que tuvo sus inicios en 1895 con el descubrimiento de Roentgen de los rayos x. Por lo que actualmente se debe agregar a la radiación de fondo la que proviene de la industria y los ensayos nucleares, vuelos aéreos además de la radiación a la que estamos expuestos por diagnóstico médico.(2)

Radiación de Origen Natural	Dosis equivalente en mSv en USA 1970
Rayos Cósmicos	.44
Rayos Gamma Externos	.40
Radiación Interna (40 K , 14 C , Radon y sus productos derivados)	.18
Radiación natural total	1.02
<u>Radiación hecha por el hombre</u>	1.02
Generada por la tierra	0.04
Energía Nuclear	0.00003

Rayos X diagnostico (excluyendo fluoroscopia)	0.72
Medicina Nuclear (Radio farmacéuticos)	0.01
Ocupacional	0.008
Otros	0.02
Dosis promedio total por año a cuerpo entero	1.82 mSv
Incluyendo Fluoroscopia, es alrededor de	2.0 mSv

La tabla 2. Presenta la dosis promedio anual para cuerpo entero por radiación de fondo

Composición del cuerpo humano

Aun nivel muy básico, el cuerpo humano esta compuesto de átomos; la irradiación interacciona a nivel atómico. La composición atómica del cuerpo humano determina el carácter y el grado de la interacción radiactiva. El siguiente cuadro resume la composición atómica del cuerpo humano y muestra que mas del 85 %del cuerpo esta formado por hidrogeno y oxígeno. (3) (4)

Composición Atómica del cuerpo humano
60.0% Hidrogeno
25.7% Oxigeno
10.7% Carbono
2.4% Nitrógeno
0.2% Calcio
0.1% Fósforo
0.1% Sulfuro
0.8% oligoelementos

La Tabla 3 presenta la composición atómica del cuerpo humano

Composición Molecular

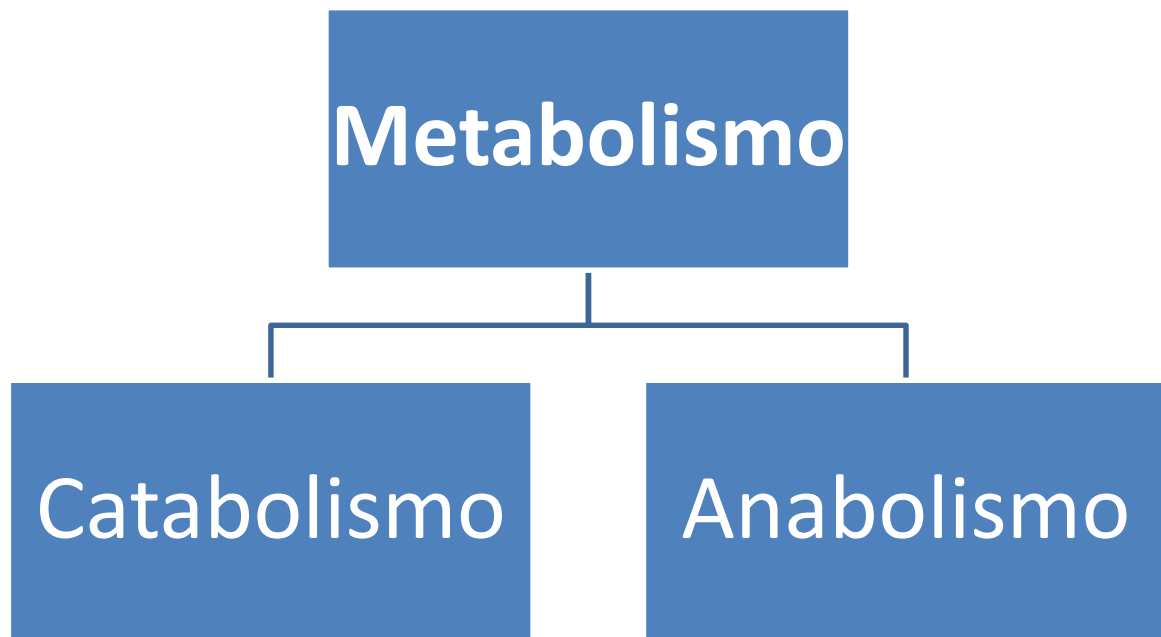
Hay cinco tipos principales de moléculas en el cuerpo humano. Cuatro de estas moléculas; Proteínas, Lípidos (grasas), hidratos de carbono (azúcares y almidones) y ácidos nucleicos son macromoléculas. (3) (4)

Composición Molecular del cuerpo humano
80% Agua
15% Proteínas
2% Lípidos
1% Hidratos de Carbono
1% Acido Nucleico
1% Otros

La Tabla 4 presenta la composición Molecular del cuerpo humano.

Las proteínas, lípidos e hidratos de carbono son las principales clases de moléculas orgánicas. Una molécula orgánica es necesaria para la vida y contiene carbono. Una de las moléculas mas excepcionales es un acido nucleico concentrado en el núcleo de la célula (DNA) y se considera como la molécula diana mas critica y radio sensible. (3) (4)

El agua y dióxido de carbono son los productos finales del catabolismo (descomposición de unidades más pequeñas) de las macromoléculas. Anabolismo es la producción de las moléculas grandes a partir de moléculas pequeñas. Ambos mecanismos, catabolismo y anabolismo, son denominados metabolismo. (4)



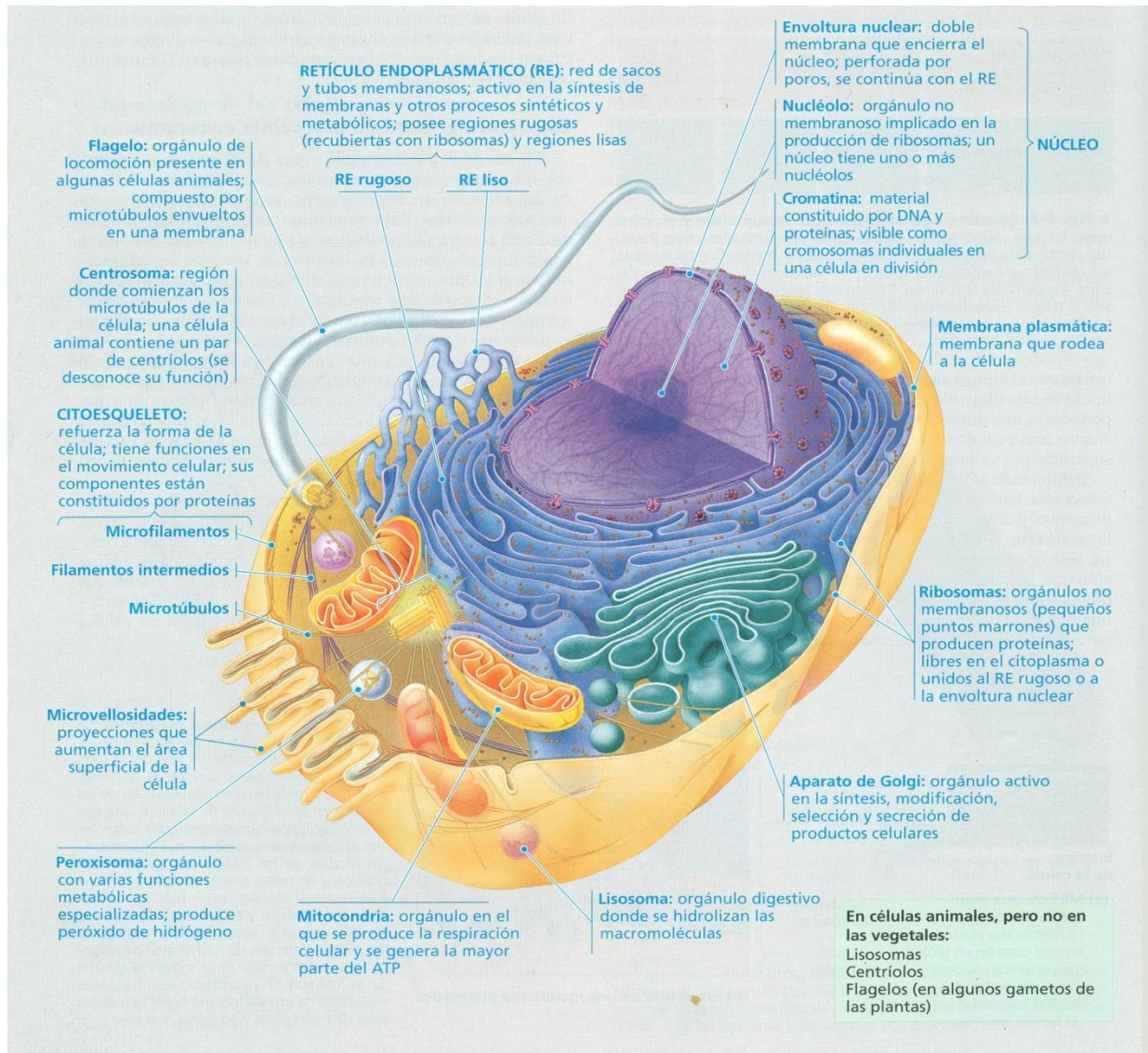
Biología de la célula

Todos los organismos están formados de pequeñas estructuras conocidas como células. Los componentes básicos de una célula son: el núcleo, un líquido que lo rodea conocido como citoplasma y una membrana que forma la pared de la célula (4)

Dicho de una manera simple, el citoplasma es el lugar donde se realizan todas las funciones metabólicas en la célula , incluyendo la síntesis de los compuestos orgánicos para suministrar la energía y otros requisitos necesarios para la vida , mientras que el núcleo contiene toda la información que necesita la célula para realizar sus funciones y reproducirse. El citoplasma procesa la comida y la transforma en energía y pequeñas moléculas. Estas pequeñas

moléculas mas tarde son transformadas en complejas moléculas necesarias para la célula para su funcionamiento o duplicación. (4) (5)

El núcleo contiene los cromosomas los cuales son como pequeñas estructuras de fibras delgadas portadores de genes (Unidades de material genético responsables de la dirección de la actividad citoplasmática y de transmitir la información hereditaria que contiene la célula). Las células humanas contienen 46 cromosomas. Los genes consisten de acido desoxirribonucleico y moléculas de proteína que contienen la información que determina las características de la célula hija. (5)



La Figura 1. Nos muestra la composición Anatómica de la Célula.

El crecimiento y desarrollo de un organismo multicelular depende de la multiplicación de sus células consideradas individualmente. Este proceso de multiplicación por el cual una célula forma dos o más células, se llama división celular. Hay dos tipos de división celular: mitosis, que es el método por el que se dividen las células somáticas (células ordinarias en el organismo) que se puede dividir en cuatro fases; profase, metafase, anafase y telofase y meiosis que es el método por el que se dividen las células germinales (células de reproducción). La célula original entonces se divide en dos nuevas células, cada una idéntica a la célula original. Meiosis es una forma especial de división

la cual ocurre durante la formación de las células sexuales de reproducción, llamadas el espermatozoide en el hombre y ovulo en la mujer. Ocurre solo una vez en el ciclo de vida de la célula y solamente en las células reproductoras. En la reproducción sexual un espermatozoide y un ovulo se unen y los cromosomas se combinan para formar una nueva célula conteniendo material genético de cada uno de los padres. El embrión y subsecuentemente la descendencia se desarrolla de esta única célula, el ovulo fertilizado. (5) (6)

INTERACCION DE LA RADIACION CON LA CELULA

Al discutir los cambios que ocurren en el material biológico después de una interacción con las radiaciones ionizantes, es importante tener presentes las siguientes generalizaciones: (5)

La interacción de la radiación con la célula es una función de probabilidad, una cuestión de azar, es decir, pueden o no interactuar, y si se produce la interacción puede o no producirse daño. (5)

El depósito inicial de energía ocurre muy rápidamente, en un periodo de aproximadamente 10 -17 segundos (5) (6)

La interacción de la radiación en una célula no es selectiva: la energía procedente de la radiación se deposita de forma aleatoria en la célula: la radiación no elige ninguna zona de la célula. (5) (6)

Los cambios visibles producidos en las células, tejidos y órganos como resultado de una interacción con radiaciones ionizantes no son únicos, no se pueden distinguir de los daños producidos por otros tipos de traumas. (7)

Los cambios Biológicos que resultan de las radiaciones se producen solo cuando ha transcurrido cierto periodo de tiempo (periodo de latencia) que depende de la dosis inicial y que puede variar desde unos minutos hasta semanas o incluso años. (7) (8)

Cuando la radiación ionizante interacciona con un célula se producen ionizaciones y excitaciones y sea en las macromoléculas biológicas (p. ej. el DNA) o bien en el medio en el que están suspendidos los orgánulos celulares (p. ej. el agua H₂O). La acción de la radiación sobre la célula se puede clasificar en directa o indirecta según el lugar en el que se produzcan esas interacciones. (7) (8)

La acción directa ocurre cuando una partícula ionizante interacciona y es absorbida por una macromolécula biológica como el DNA, el RNA, las proteínas, las enzimas o cualquier otra macromolécula en la célula. El daño se produce por la absorción directa de energía y por la subsecuente ionización de una macromolécula biológica de la célula. (7) (8)

FACTORES FISICOS QUE AFECTAN LA RADIOSENSIBILIDAD

Cuando se irradia tejido, la respuesta del tejido está determinada principalmente por la cantidad de energía depositada por unidad de masa – la dosis en rad (Gy) . Sin embargo aún bajo condiciones experimentales controladas, cuando se deposita igual dosis a especímenes iguales, la respuesta puede no ser la misma a causa de otros factores. Varios factores físicos afectan al grado de respuesta a la radiación. (9) (10)

➤ Transferencia lineal de energía

La transferencia lineal de energía (LET, linear energy transfer) es una medida de ratio a la que se transfiere energía de la radiación ionizante a tejido blando. Este es otro método de expresar la calidad de la radiación y determinar el valor del factor de peso de la radiación (W_r) utilizado en protección radiológica. La LET se expresa en unidades de kiloelectronvoltios de energía transferida por micrómetro de longitud de traza en tejido suave (KeV/ μ m). (9)

La LET de los rayos x de diagnóstico es aproximadamente 3 KeV/ μ m. La capacidad de la radiación ionizante para producir efectos biológicos aumenta con el incremento de la LET de la radiación. Cuando la LET es

alta, las ionizaciones ocurren frecuentemente, incrementando la probabilidad de interacción con la molécula designada. (9) (10)

➤ **Efectividad Biológica relativa**

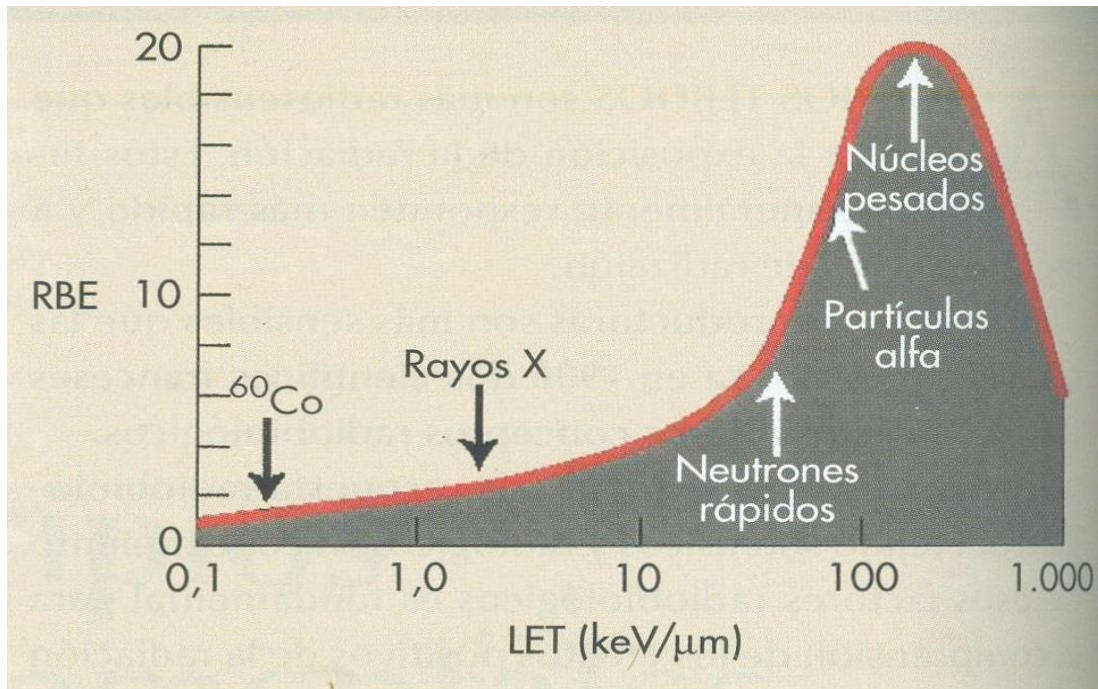
Cuando la LET de la radiación aumenta, la capacidad de producir daño biológico también aumenta. Este efecto relativo se describe cuantitativamente como efectividad biológica relativa (RBE, relative biologic effectiveness). (9)

EFFECTIVIDAD BIOLOGICA RELATIVA

$$\text{RBE} = \frac{\text{Dosis de radiación estándar necesaria para producir un efecto dado}}{\text{Dosis de radiación de prueba necesaria para producir el mismo efecto}}$$

La radiación estándar, por convención, es la radiación X de ortovoltaje en el rango de 200 a 250 KVp. Este tipo de haz de rayos x se utilizó durante muchos años en radiación oncológica y esencialmente en toda la investigación inicial en radiobiología. (10)

Los rayos x de diagnóstico tienen una RBE de 1. Las radiaciones con menor LET que los rayos x de diagnóstico tienen una RBE inferior a 1, mientras que la radiación con mayor LET tiene mayor RBE. La RBE de rayos x de diagnóstico es 1. (10)



La figura 2 muestra la relación entre RBE y LET e identifica algunos de los tipos más comunes de la radiación.

La transferencia lineal de energía (LET) y la efectividad biológica relativa (RBE) de varias radiaciones

Tipo de Radiación	LET (KeV/μm)	RBE
Rayos x de 25MV	0,2	0,8
Rayos Gamma de 60 Co	0,3	0,9
Electrones de 1 MeV	0,3	0,9
Rayos x de diagnostico	3,0	1,0

Protones de 10 MeV	4,0	5,0
Neutrones Rápidos	50,0	10
Partículas Alfa de 5 MeV	100,0	20
Núcleos Pesados	1,000,0	30

La Tabla 5 .Enumera la LET y RBE aproximadas de varios tipos de radiaciones ionizantes. Cuando la LET aumenta, la RBE también aumenta pero se alcanza un valor máximo seguido por una RBE más baja debido a la saturación



Escalamiento y Fraccionamiento

Si se reparte una dosis de radiación durante un periodo largo de tiempo en lugar de rápidamente, el efecto de esa dosis es menor. Dicho de otra manera, si el tiempo de irradiación se alarga, es necesaria una dosis más alta para producir el mismo efecto. Este alargamiento del tiempo se puede llevar acabo de dos maneras. (10)

EJEMPLO:

Cuando se irradian ratones con rayos x de 250 KvP , se mueren a 650 rad (6,5 Gy). Si se irradian ratones similares con neutrones rápidos, se mueren solo a 210 rad(2,1 Gy)

PREGUNTA

¿Cuál es la RBE para los neutrones rápidos?

RESPUESTA

$$\text{RBE} = \frac{650 \text{ rad}}{210 \text{ rad}} = 3,1$$

$$210 \text{ rad} = 3,1 \quad (1)$$

Si la dosis se reparte continuamente pero a una tasa de dosis más baja, se dice que es escalada. Una dosis de 600 rad (6 Gy) irradiados en 3 minutos (200 rad/min [2 Gy/ min]) es letal para un raton. Sin embargo, cuando se irradian 600 rad a una tasa de 1 rad/h (10 mGy/h) durante un tiempo total de 600 h, el ratón sobrevivirá.(10)

Si la dosis de 600 rad se irradia a la misma a la misma tasa de dosis, 200rad/min, pero en 12 fracciones iguales de 50 rad (500 mGy), cada fracción separada por 24 h, el raton sobrevivirá. En esta situación se dice que la dosis es fraccionada.

El fraccionamiento de dosis tiene menos efecto debido a que las células llevan a cabo la reparación entre las dosis. El fraccionamiento de la dosis se utiliza de forma rutinaria en radioterapia. El escalamiento y el fraccionamiento de la dosis causan menos efectos, porque dan tiempo a la reparación intracelular y la recuperación del tejido. (10)

FACTORES BIOLÓGICOS QUE AFECTAN LA RADIOSENSIBILIDAD

Además de factores físicos, varias condiciones biológicas alteran la respuesta de los tejidos a la radiación. Algunos de estos factores tienen que ver con el estado inherente del tejido, como la edad y la tasa metabólica. Otros factores están relacionados con modificadores artificialmente introducidos en el sistema biológico. (10) (11)

➤ **Efecto del oxígeno**

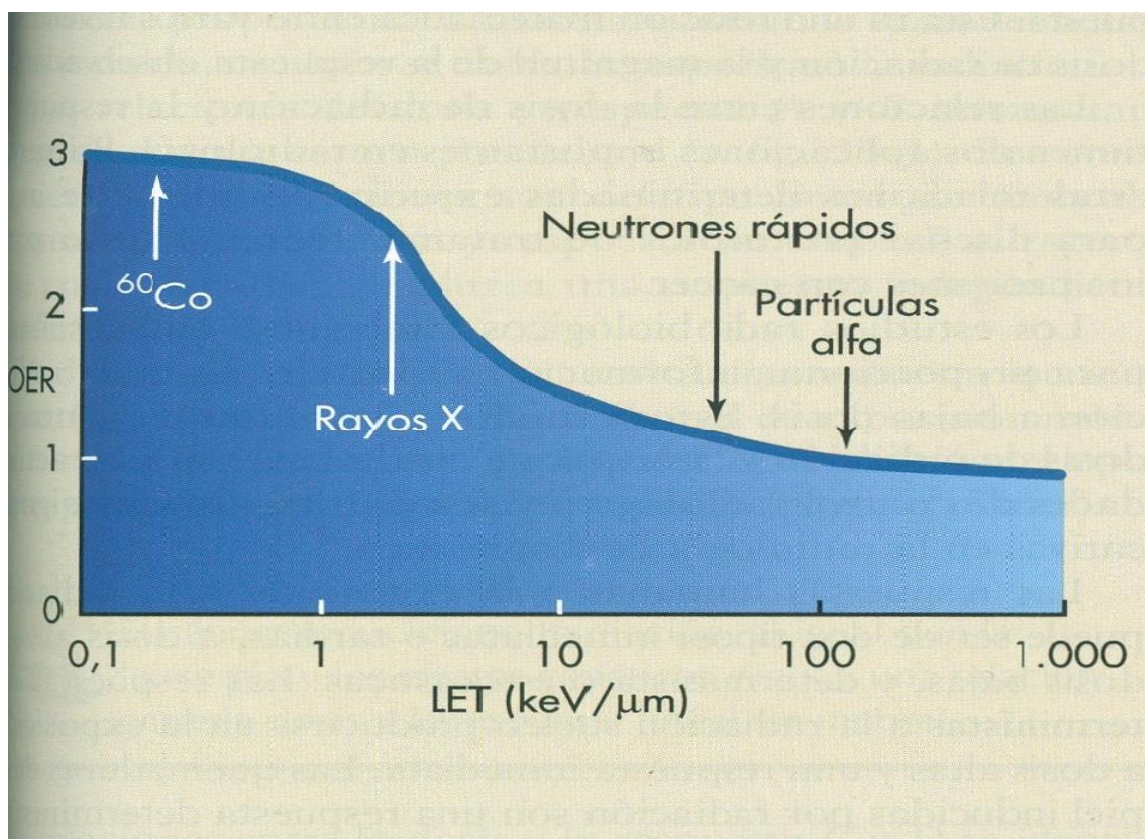
El tejido es más sensible a la radiación cuando se irradia en condiciones de oxigenación o aeróbicas que cuando se irradia bajo condiciones anoxicas (sin oxígeno) o hipoxicas (bajo oxígeno). Esta característica del tejido se llama el efecto del oxígeno y se describe numéricamente por la tasa de intensificación del oxígeno (OER, oxygen enhancement ratio). (10) (11)

TASA DE INTENSIFICACION DEL OXIGENO

$$\text{OER} = \frac{\text{Dosis necesario bajo condiciones anoxicas
Para producir un efecto dado}}{\text{Dosis necesaria bajo condiciones aerobicas
para producir el mismo efecto}}$$

Generalmente, la irradiación del tejido se lleva a cabo bajo condiciones de oxigenación plena. El oxígeno hiperbárico (alta presión) se ha usado en radioterapia en un intento de aumentar a radiosensibilidad de tumores nodulares y avasculares, que son menos radiosensibles que los tumores con un suministro de sangre adecuado. (11)

La OER depende de la LET, la OER es mayor para radiación de baja LET y tiene un valor máximo de aproximadamente 3, que disminuye a cerca de 1 para radiación con alta LET (11).

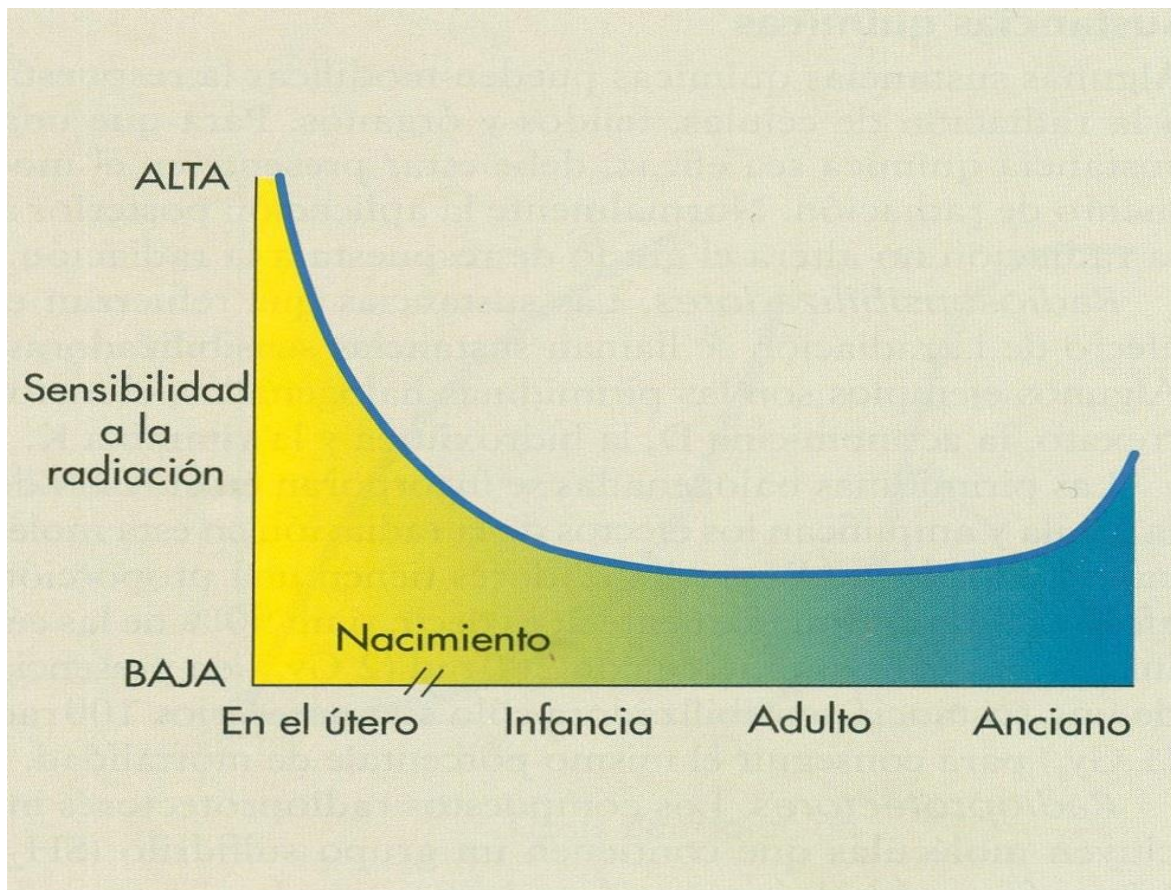


La figura 3. Demuestra que la OER es alta para la radiación de baja LET y disminuye de valor cuando aumenta la LET.

➤ Edad

La edad de una estructura biológica afecta a su radiosensibilidad. La respuesta de los humanos es característica de esta relación de la edad con la radiosensibilidad, los humanos son más sensibles antes del nacimiento.
(11)

Después del nacimiento, la sensibilidad disminuye hasta la madurez, que es el periodo de tiempo en el que somos más resistentes a los efectos de la radiación. En la vejez, los humanos se vuelven algo más radiosensibles.
(12)



La Figura 4. Demuestra la radiosensibilidad varía con la edad. Los experimentos con animales han demostrado que los muy jóvenes y muy viejos son más sensibles a la radiación.

Recuperación

Los experimentos in vitro muestran que las células humanas pueden recuperarse del daño a la radiación. Si la dosis de radiación no es suficiente para destruir a la célula antes de su próxima división (muerte de interface), entonces, si se da el tiempo suficiente, la célula se recuperara del daño subletal de la radiación que ha sufrido. (12)

Esta recuperación intracelular se debe a un mecanismo de reparación inherente en la bioquímica de la célula. Algunos tipos de células tienen mayor capacidad para reparar el daño subletal que otras. A nivel de todo el

cuerpo, esta recuperación de daño de la radiación se realiza a través de la repoblación por las células supervivientes. (12)

Si un tejido o un órgano reciben una dosis de radiación suficiente, responde encogiéndose. Esto se llama Atrofia, y ocurre porque algunas células se mueren, se desintegran y se transportan fuera como productos de desecho. Si un número suficiente de células tienen solo daño subletal y sobreviven, pueden proliferar y repoblar el tejido u órganos irradiados. La muerte de interface sucede cuando la célula muere antes de replicarse. El proceso combinado de reparación intracelular y repoblación contribuye a recuperarse del daño de la radiación. (12) (13)

RECUPERACION

Recuperación=Reparación intracelular + Repoblación

➤ **Agentes Químicos**

Algunos químicos pueden modificar la respuesta a la radiación de células, tejidos y órganos. Para que los agentes químicos sean efectivos, deben estar presentes en el momento de irradiación. Normalmente la aplicación postirradiación no altera el grado de respuesta a la radiación. (13)

Radiosensibilizadores. Los agentes que refuerzan el efecto de la radiación se llaman agentes sensibilizadores. Algunos ejemplos son las pirimidinas halogenadas, el metotrexato, la actinomicina D, la hidroxiurea y la vitamina K. (1)

Las pirimidinas halogenadas se incorporan en el DNA de la célula y amplifican los efectos de la radiación en esta molécula. Todos los radiosensibilizadores tienen una proporción efectiva de aproximadamente 2; es decir, si se mata un 90% de un cultivo de células con 200 rad (2 Gy), entonces en presencia de un agente sensibilizador, solo son necesarios 100rad (1 Gy) para conseguir el mismo porcentaje de mortalidad. (13)

Radioprotectores. Los compuestos radioprotectores incluyen moléculas que contienen un grupo sulfhidrilo (SH₂) (el azufre e hidrogeno enlazados juntos), como la cisteína y la cisteamina. Otros cientos se han probado y son efectivos en un factor de aproximadamente 2. Por ejemplo si 600 rad (6 Gy) es una dosis letal para un ratón, entonces en presencia de un agente radioprotector serán necesarios 1.200 rad (12 Gy) para producir mortalidad. Los agentes radioprotectores no han encontrado aplicación humana porque para ser efectivos se deben administrar a niveles tóxicos. ¡El agente protector puede ser peor que la radiación! (13)

➤ **Hormesis**

Un grupo creciente de evidencias radiobiológicas sugiere que un poco de radiación es bueno. Los estudios han mostrado que los animales que reciben bajas dosis de radiación viven más tiempo que los controles. La explicación que prevalece es que un poco de radiación estimula las respuestas hormonales e inmunológicas a otros agentes tóxicos medioambientales. (13)

Hay muchos ejemplos no radiactivos de hormesis. El fluoruro, en cantidades grandes es mortal. En pequeñas cantidades es un preventivo dental conocido. (13)

Sin tener en cuenta la hormesis de la radiación, se ha de practicar ALARA (tan bajo como razonablemente posible, as low as reasonably achievable) vigorosamente conocida como una aproximación segura a la seguridad radiológica. (13)

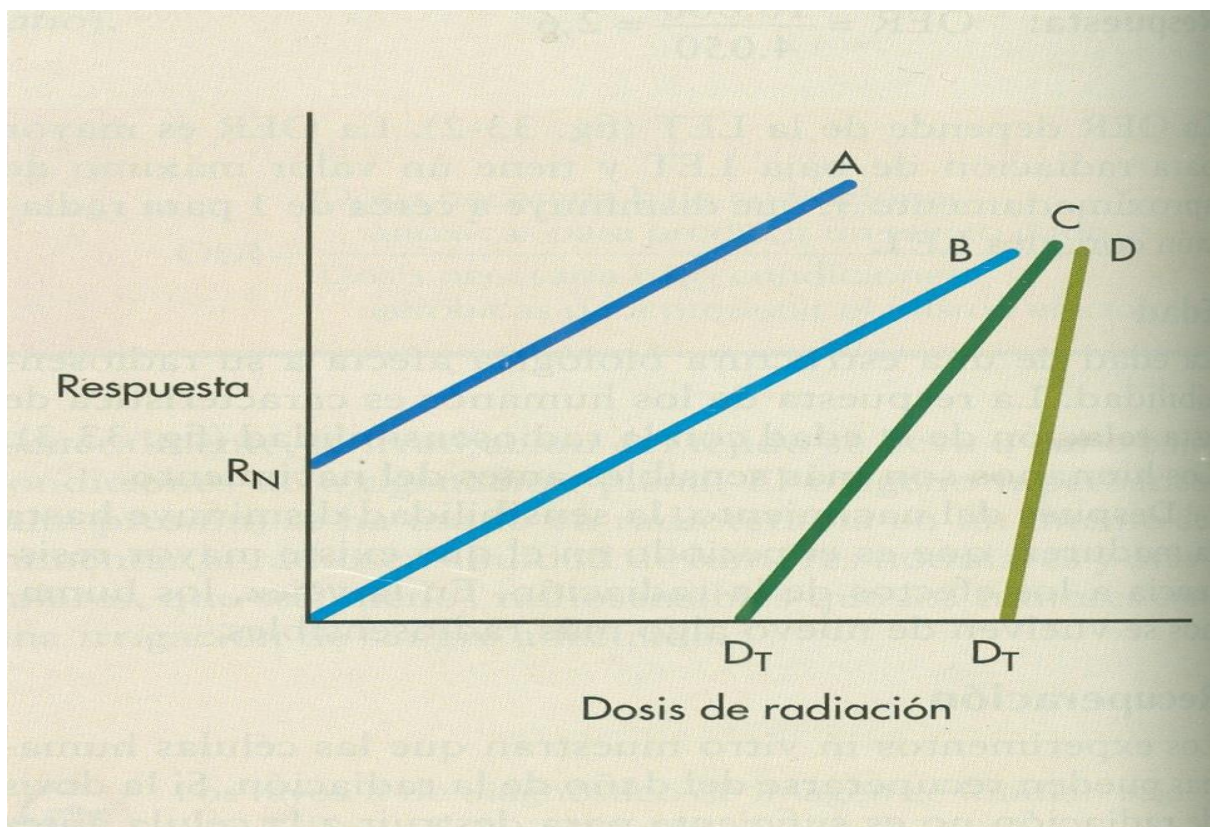
RELACIONES DOSIS DE RADIACION – RESPUESTA

El objetivo de casi todos los investigadores de la radiobiología es el establecimiento de la relación dosis de radiación-respuesta. Una relación dosis de radiación-respuesta es una relación matemática entre varios niveles de dosis de radiación y la magnitud de la respuesta observada.(13)

Los estudios radiobiológicos también se han diseñado para proporcionar información de los efectos de la irradiación a bajas dosis. Estos estudios y las relaciones obtenidas de dosis de radiación-respuesta son la base para las actividades de control radiológico y son particularmente significativas en la radiología de diagnóstico. (13)

➤ Relaciones lineales dosis-respuesta

La relación lineal dosis-respuesta se llama así porque la respuesta es directamente proporcional a la dosis. Cuando la dosis de radiación se dobla, la respuesta a la radiación igualmente se dobla. (14)



La Figura 5. Demuestra las relaciones lineales de dosis-respuesta A y B son el tipo sin umbral; C y D son el tipo con umbral. R es la incidencia normal o respuesta sin exposición a la radiación.

Las relaciones de dosis-respuesta A-B cortan el eje de dosis a cero o por debajo (como se muestra en la figura anterior). Estas relaciones por

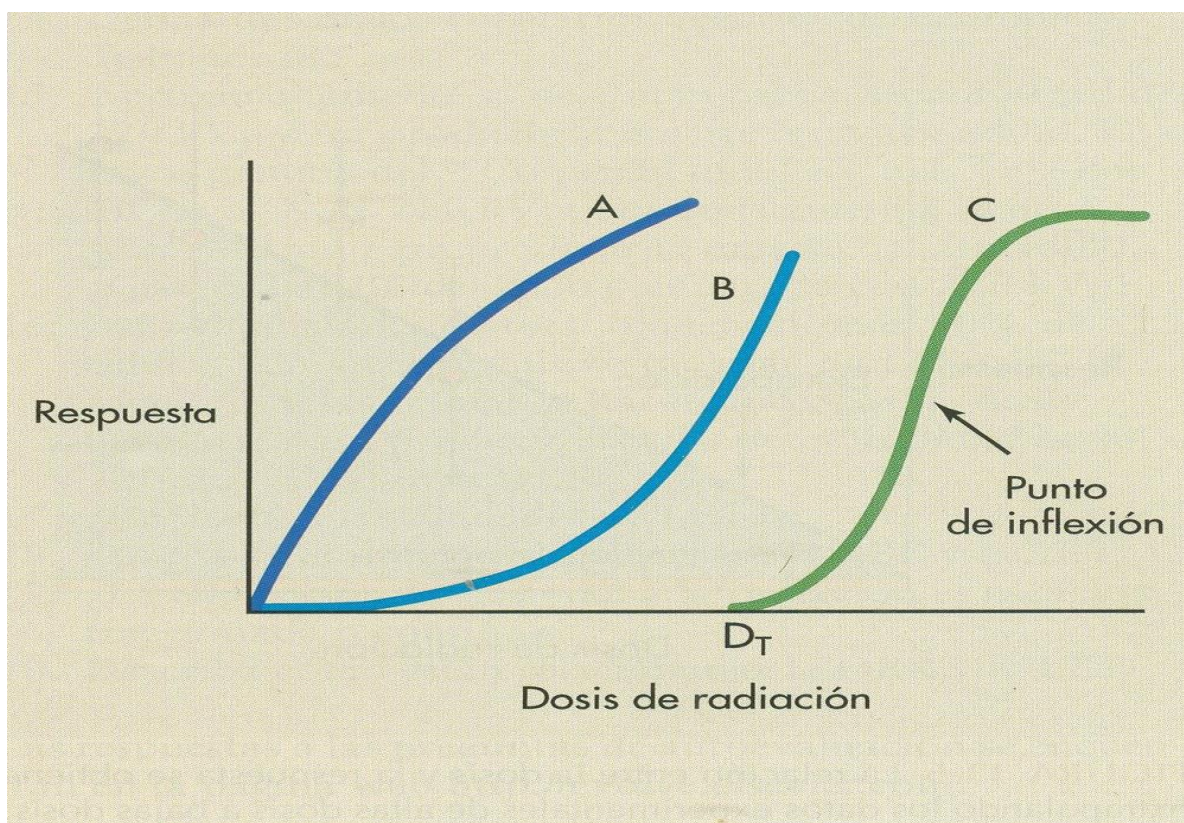
consiguiente son del tipo lineal sin umbral. En una relación de dosis-respuesta sin umbral, cualquier dosis, independientemente de su tamaño, se espera que produzca una respuesta.(14)

A dosis nula, la relación A exhibe una respuesta medible, R_n , se le llama el nivel de exposición natural, e indica que, incluso sin exposición de radiación, el tipo de respuesta, como el cáncer, ocurre. (14)

Las relaciones dosis-respuesta C y D se identifican como lineales con umbral porque interceptan el eje de dosis en algún valor mayor que cero. La dosis del umbral para C y D es D. A dosis de radiación debajo de D no se espera ninguna respuesta. La relación D tiene una pendiente mayor que C; por consiguiente, cualquier incremento por encima de la dosis umbral produce una respuesta mayor si esa respuesta sigue la relación D en lugar de C. (14)

RELACIONES NO LINEALES DOSIS-RESPUESTA

Todas las otras relaciones dosis de radiación-respuesta son no lineales. Las curvas A y B son no lineales sin umbral. La curva A muestra que a pequeñas dosis de radiación se suceden grandes efectos. (14)



La figura 6. Demuestra las relaciones no lineales dosis-respuesta pueden tener varias formas. Las curvas A y B son sin umbral. La curva C tiene umbral. D dosis umbral.

A mayores niveles de dosis la radiación no es tan eficaz porque un incremento de dosis a niveles más altos se traduce en un daño menor relativo que el mismo incremento de dosis en los niveles bajos. (14)

La relación dosis-respuesta representada por la curva B es justo lo opuesto. Un incremento de la dosis en el rango de baja dosis tiene como resultado un efecto pequeño. A dosis altas, sin embargo, el mismo incremento de dosis produce una respuesta mucho más grande. (14) (15)

La curva C es una relación no lineal con umbral. A inferiores a D no se observa ningún efecto. Cuando la dosis aumenta por encima de D aumenta la eficacia al elevar la dosis hasta que alcanza una dosis correspondiente al punto de inflexión de esa curva. (14) (15)

El punto de la inflexión ocurre cuando la curva deja de doblar hacia arriba y empieza a doblar hacia abajo. Sobre este nivel, un incremento de dosis se vuelve menos efectivo. (14) (15)

La relación C a veces se llama relación dosis de radiación respuesta de tipos S, o de tipo sigmoide. (15)

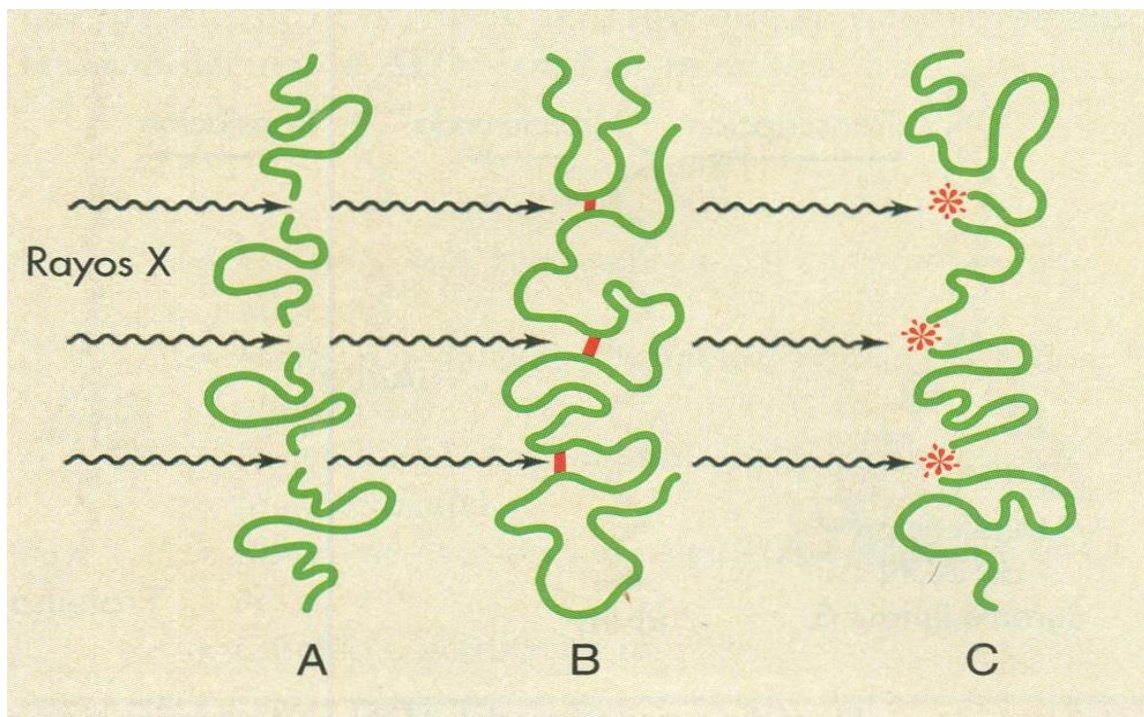
Debemos referirnos a estos tipos generales de relaciones dosis-respuesta cuando se habla del tipo y grado de lesión de radiación en humanos. La radiología de diagnóstico casi exclusivamente tiene relación con los efectos tardíos de la exposición a la radiación y por consiguiente con relaciones dosis-respuesta lineales sin umbral. (15)

A muy bajas dosis los sujetos irradiados sufren menos efectos que los controles. La existencia de la hormesis es un tema muy controvertido en la ciencia de la radiología. Sin tener en cuenta su existencia, no se ha observado ninguna respuesta humana a la radiación para dosis inferiores a 10 rad (100 mGy) (15)

La investigación de la radiobiología se concentra en las relaciones de la dosis de radiación y respuesta. En la relación lineal entre la dosis y la respuesta, la respuesta es directamente proporcional a la dosis. En las relaciones no lineales entre la dosis y la respuesta, dosis distintas producen distintas respuestas. La dosis umbral es el nivel por debajo del cual no hay ninguna respuesta. La relación entre la dosis y la respuesta sin umbral indica que cualquier dosis produce una respuesta. Para establecer las pautas de protección radiológica para la imagen de diagnóstico, se utiliza el modelo de la relación entre la dosis y la respuesta lineal sin umbral. (15)

IRRADIACION DE MACROMOLECULAS

Una solución es un líquido que contiene sustancias disueltas. Una Mezcla de fluidos como el agua y el alcohol también es una solución. Cuando se irradian macromoléculas en una solución in vitro ocurren tres efectos principales: la escisión de la cadena principal, la unión cruzada y las lesiones puntuales. (15)



La Figura 7. Demuestra los resultados de la irradiación de macromoléculas. A ; Escisión de la cadena principal B; Unión Cruzada C; Lesiones puntuales.

ESCISION DE LA CADENA PRINCIPAL

La escisión de la cadena principal es la rotura de la columna vertebral de la cadena principal de la macromolécula. El resultado es la reducción de longitud y la conversión de una sola molécula en muchas moléculas pequeñas, cada una de las cuales puede ser todavía una macromolécula. (15)

La escisión de la cadena principal no solo reduce el tamaño de la macromolécula, sino también la viscosidad de la solución. Una solución viscosa es muy espesa con dificultad para fluir. Las medidas de viscosidad determinan el grado de escisión de la cadena principal. (15)

UNION CRUZADA

Algunas macromoléculas tienen pequeñas estructuras laterales como espuelas, que se extienden fuera de la cadena principal. Otras se producen como consecuencia de la irradiación. (15)

Estas estructuras laterales pueden comportarse como si tuvieran una sustancia pegajosa en el extremo, y se enganchan a otra macromolécula vecina o a otro segmento de la misma molécula. Este proceso se llama unión cruzada. La unión cruzada molecular inducida por la radiación aumenta la viscosidad de una solución macromolecular. (15)

LESIONES PUNTUALES

La interacción de la radiación con las macromoléculas también puede producir la rotura de enlaces químicos simples, produciendo lesiones puntuales. Dichas lesiones puntuales no son perceptibles pero pueden producir una modificación menor de la molécula, que puede causar a su vez un funcionamiento defectuoso en la célula. (15)

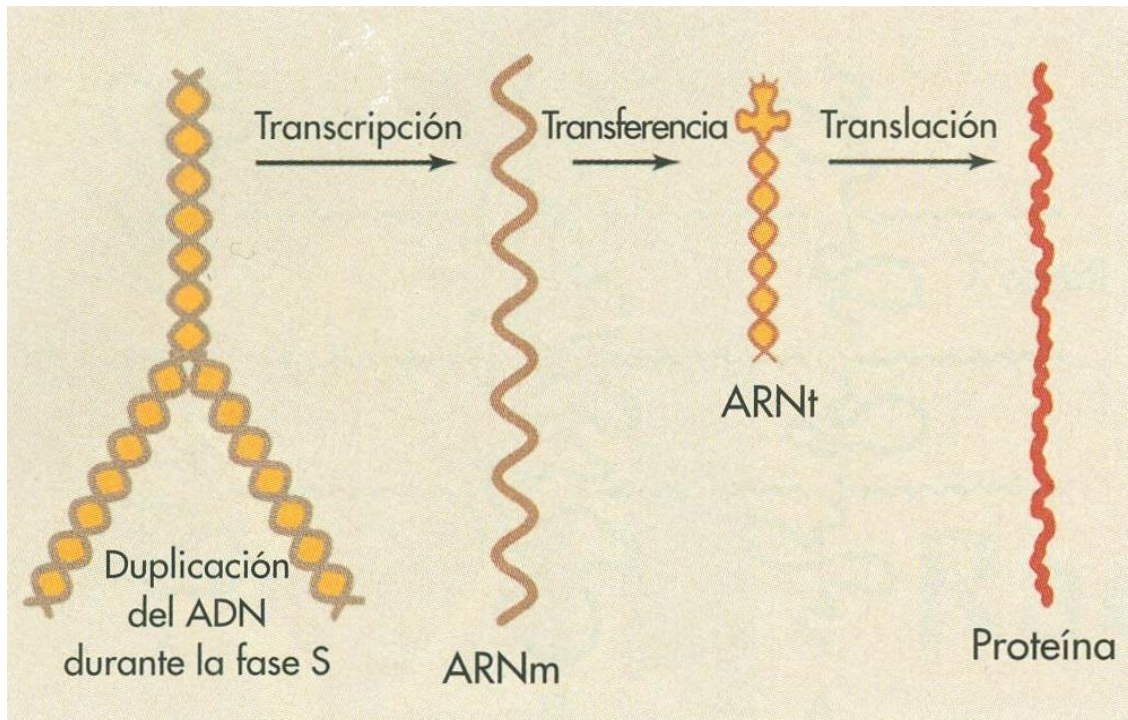
A dosis de radiación bajas, se considera que las lesiones puntuales son el daño celular por radiación. Estas lesiones son la base de los daños tardíos somáticos por radiación. (15)

SINTESIS MACROMOLECULAR

La moderna biología molecular ha desarrollado un esquema generalizado para la función de una célula humana normal. Los nutrientes moleculares se difunden a través de la membrana celular, y entran en la célula donde son desmenuzados (catabolismo) en moléculas más pequeñas, acompañándose este proceso de una cesión o producción de energía. (15)

Esta energía se usa de varias formas, pero una de las más importantes es la construcción o síntesis de macromoléculas a partir de moléculas más pequeñas (anabolismo). La síntesis de proteínas y ácidos nucleicos es crítica para la supervivencia de la célula y su reproducción. El metabolismo es el catabolismo (la reducción de las moléculas nutrientes en energía) y el anabolismo (la producción de grandes moléculas para crecer y funcionar). (15)

Las proteínas son producidas mediante la traducción del código genético del RNA que ha sido transferido desde el RNA. La información transportada por el RNA esta a su vez transcrita del DNA. (15)



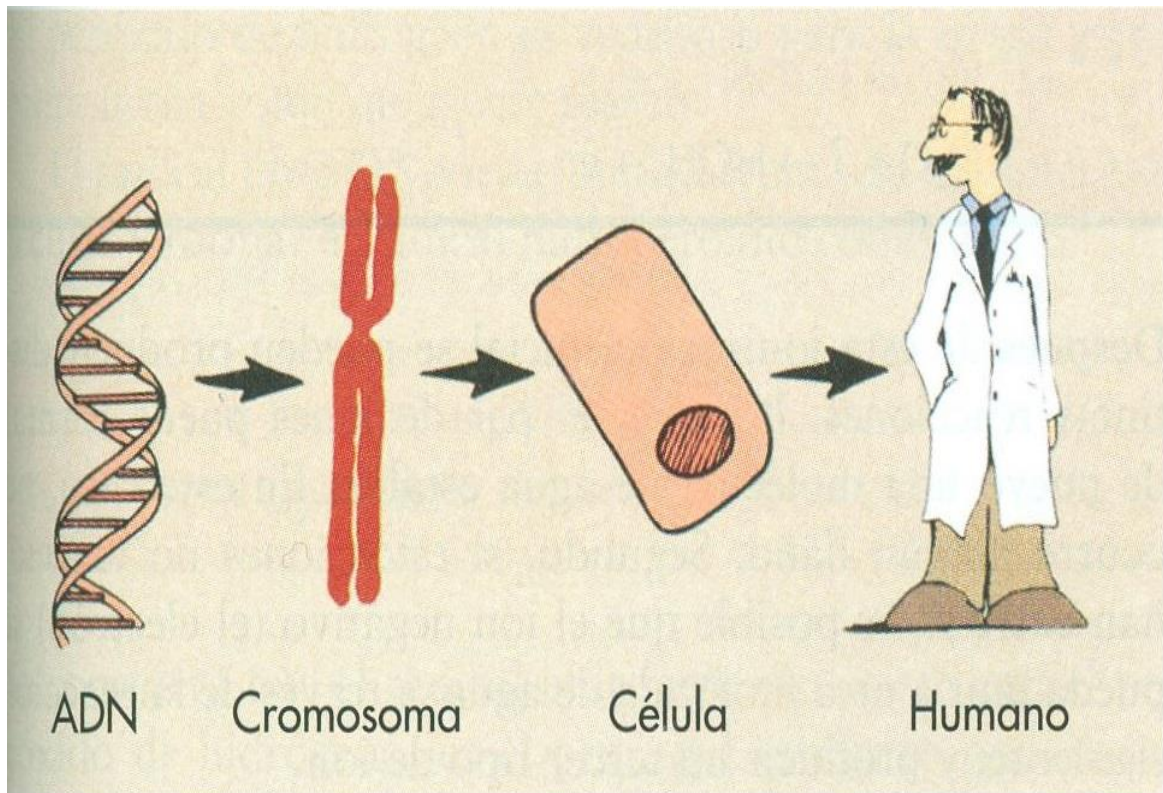
La figura 8. Demuestra el código genético del DNA se transcribe por el RNA, que lo traduce en una proteína.

El daño radiológico en cualquiera de estas macromoléculas puede provocar la muerte de la célula o efectos tardíos. Las proteínas se sintetizan continuamente a través del ciclo celular, y esto es más abundante que la síntesis de los ácidos nucleicos. Además, siempre están presentes en la célula copias múltiples de moléculas de la proteína específica. Por consiguiente, las proteínas son menos radiosensibles que los ácidos nucleicos. (15)

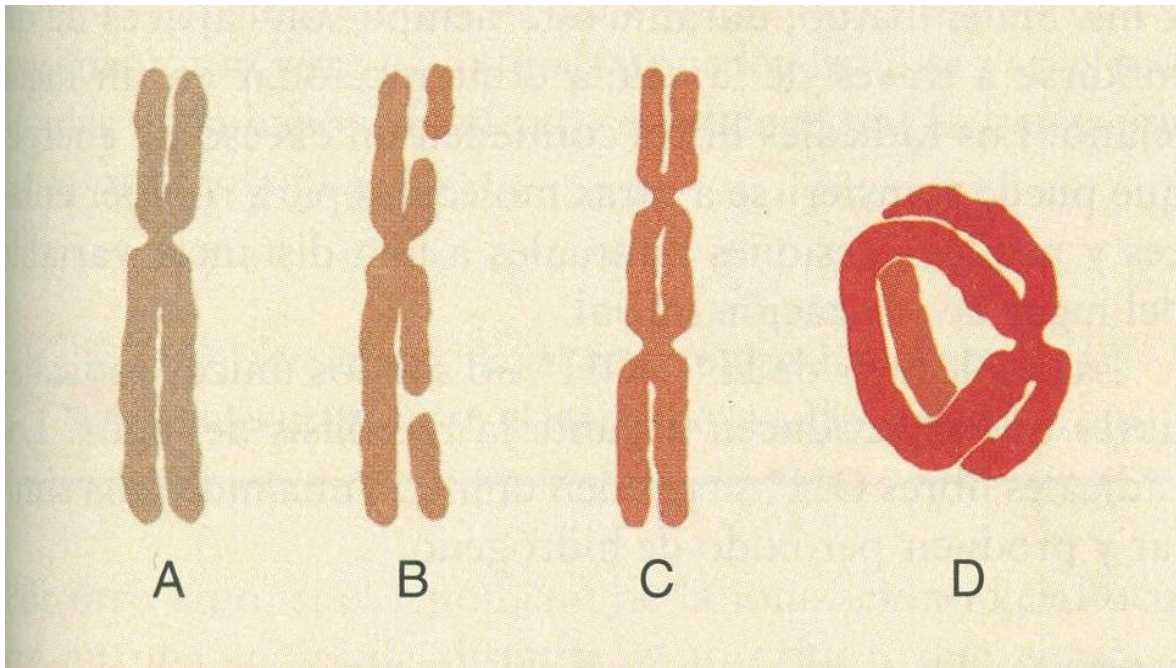
De forma similar, copias múltiples de ambos tipos de moléculas de RNA están presentes en la célula, aunque son menos abundantes que las moléculas de proteínas. Por otro lado la molécula de DNA, con su unión única de bases, no es tan abundante, el DNA es la molécula más radiosensible. (15)

EFFECTOS DE LA RADIACION EN EL DNA

El DNA es la molécula más importante del cuerpo humano porque contiene la información genética de cada célula. Cada célula tiene un núcleo que contiene DNA mezclado con otras moléculas en forma de cromosomas. Los cromosomas por consiguiente controlan el crecimiento y desarrollo de la célula que a su vez determina las características del individuo. (15)



La figura 9. Demuestra que el DNA es la molécula blanco para el daño de la radiación. Forma cromosomas y controla el crecimiento de la célula y el desarrollo humano.



La figura 10. Demuestra que los Cromosomas humanos normales y dañados por la radiación. A-Normal B-Supresión terminal C-Formación dicentrica D-Formación en anillo

Si el daño de la radiación al DNA es bastante grave, se pueden detectar aberraciones visibles de cromosomas. La molécula de DNA puede estar dañada sin la producción de una aberración del cromosoma visible. Aunque este daño es reversible, puede llevar a la muerte a la célula. Si bastantes células del mismo tipo responden de forma semejante, entonces se puede destruir un tejido o un órgano particular. (15)

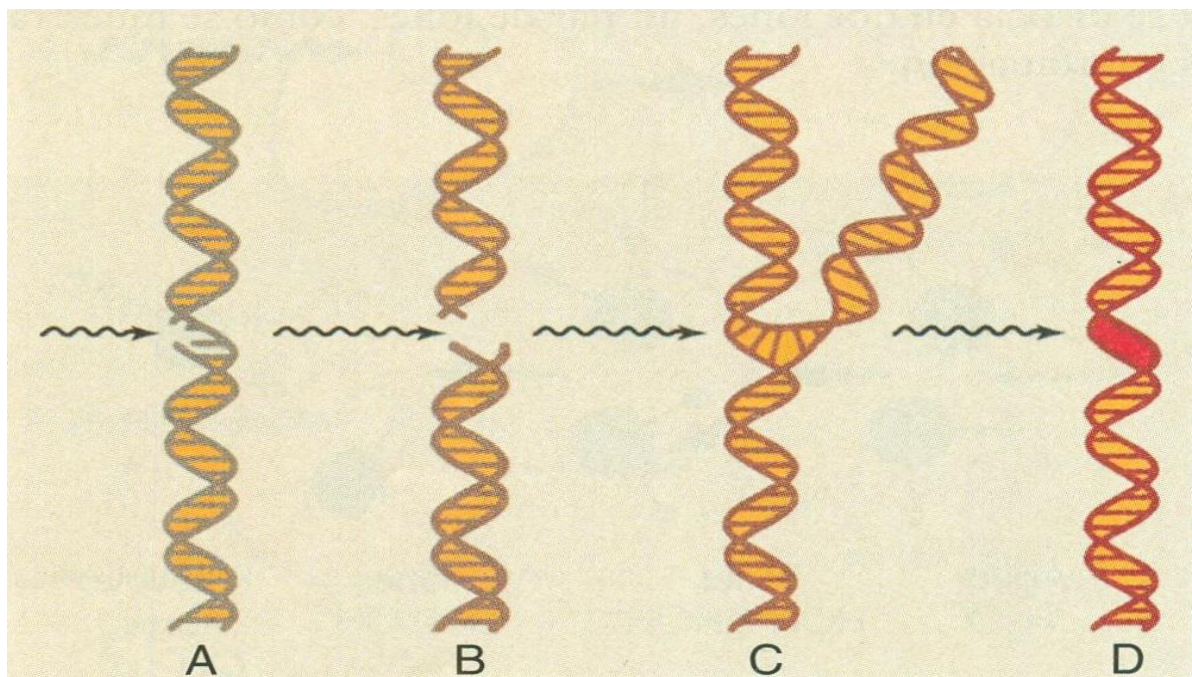
El daño en el DNA también puede producir una actividad metabólica anormal. La proliferación rápida desenfrenada de células es la principal característica de la enfermedad maligna inducida por la radiación. Si el daño al DNA ocurre en una célula germen, entonces es posible que la respuesta a la exposición de radiación no se observe hasta la generación siguiente o aun después. (15)

Los cromosomas contienen miles de DNA; por consiguiente, cuando aparece una aberración visible, significa que ha producido un daño considerable debido a la radiación. Los daños que no se observan en el DNA también pueden producir respuestas a nivel celular y a nivel de cuerpo entero. Los tipos de daño que se pueden producir en la molécula de DNA son los siguientes: (15)

RESPUESTA A LA RADIACION DEL DNA

- 1- Escisión de la cadena principal con solo un rail separado
- 2- Escisión de la cadena principal con los dos railes separados
- 3- Escisión de la cadena principal y la subsiguiente adhesión cruzada
- 4- Rotura de escalón causando una separación de bases
- 5- Cambio o pérdida de una base (15)

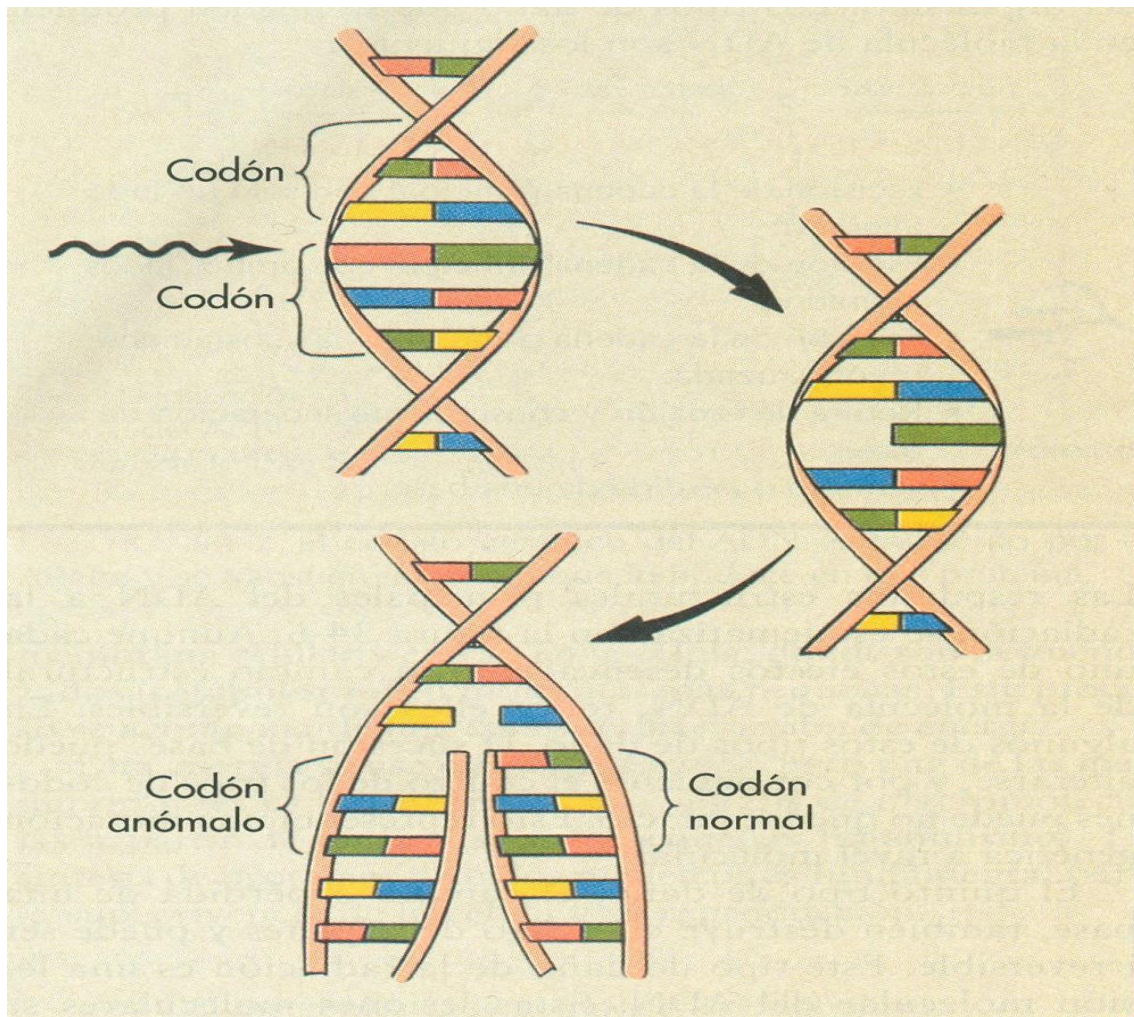
Cada uno de estos efectos provoca un cambio estructural de la molécula de DNA, todos ellos son reversibles. En algunos de estos tipos de daño la sucesión de bases puede alterarse y consiguiente el código de los tríos de codones puede no quedar intacto. Esto representa una mutación genética a nivel molecular. El quinto tipo de daño, el cambio o pérdida de una base, también destruye el código de tríos y puede que no sea reversible. Este tipo de la radiación es una lesión molecular del DNA. (15)



La figura 11. Muestra las siguientes lesiones A-un rail separado B-Ambos railes separados C-Adhesión cruzada D-Rotura de escalón

Estas lesiones moleculares se llaman mutaciones puntuales y pueden ser de mayor o menor importancia para la célula. Una consecuencia crítica de estas mutaciones puntuales es la transferencia del código genético incorrecto a una de las dos células hija. (15)

Los tres efectos principales observables que resultan de la irradiación de DNA son muerte de la célula, enfermedad maligna y daño genético. Los dos últimos efectos a nivel molecular aparentemente se ajustan a una relación lineal dosis-respuesta sin umbral. (15)



La figura 12. Muestra el resultado de mutación puntal en el cambio o pérdida de una base que crea un gen anormal. Esta es por consiguiente, una mutación genética que se pasa a una de las células hija.

RADIOLISIS DEL AGUA

Debido a que el cuerpo humano es una solución acuosa que contiene un 80% de moléculas de agua aproximadamente, la irradiación del agua representa la interacción principal de la irradiación en el cuerpo. Cuando el cuerpo se irradia,

se disocia en otros productos moleculares, esta acción se llama radiolisis del agua. (15)

Cuando un átomo de agua (H_2O) se irradia, se ioniza y se disocia en dos iones.

El resultado final de la radiolisis del agua es la formación de un par de iones, H y OH^- y dos radicales libres, H^* y OH^* .

Los iones se pueden recombinar, y por consiguiente no ocurrirá ningún daño biológico, estos tipos de iones no son raros. Muchas moléculas en solución acuosa están en un estado de ionización débil debido a su estructura. La sal ($NaCl$), por ejemplo, se disocia fácilmente en los iones Na y Cl^- , incluso en ausencia de radiación, el agua se puede disociar en los iones H y OH^- . (15)

Un radical libre es una molécula sin carga que contiene un electrón desapareado en su última capa. Los radicales libres son inestables y por consiguiente tienen una vida inferior a 1 ms. Durante este tiempo son capaces de difundirse a través de la célula e interactuar en un lugar lejano. Los radicales libres contienen un exceso de energía que puede transferirse a otras moléculas para romper enlaces y producir lesiones puntuales a una distancia variable del lugar de ionización inicial. (15)

Las moléculas de H^* y OH^* no son los únicos radicales libres que se producen durante la radiolisis del agua. Los radicales libres OH^* se pueden unir con un molécula similar y producir peróxido de hidrogeno. (15)

El peróxido de hidrogeno es venenosos para la célula y por consiguiente actúa como un agente toxico. El radical libre H^* puede interactuar con oxígeno molecular y formar el radical hidroperoxilo.

Se considera que el radical hidroperoxilo, junto con el peróxido de hidrogeno, es el producto perjudicial principal que resulta de la radiolisis del agua. El peróxido de hidrogeno también se puede formar por la interacción de dos radicales de hidroperoxilo como sigue: (15)

Los radicales libres son moléculas energéticas debido a su particular estructura. Esta energía de exceso se puede transferir al DNA y puede producir roturas de enlaces.(15)

4- PLANTEAMIENTO

La Radiobiología es una herramienta fundamental a efectos de la radiación por la cual si no se tiene un conocimiento acerca de esta ciencia no se podrá saber cuáles son los factores que hay que tomar en cuenta para que no exista una alteración celular por radiación médica. Y precisamente el personal del hospital Christus Muguerza UPAEP se encuentra en esta situación, es por ello que necesitan tener conocimientos sobre radiobiología de no hacerlo así y de continuar con la forma de trabajo que se viene aplicando como realizar estudios de imagenología a los pacientes en una forma tan repetitiva y en algunos casos no justificados se generara a futuro daños celulares por radiación.

¿El personal médico y hospitalario tiene los suficientes conocimientos acerca de los efectos de la radiación que pueden causar a nivel celular?

¿El personal médico y hospitalario conoce los factores que influyen para que haya una alteración a nivel celular?

5- OBJETIVOS

5:1 Objetivos Generales:

- Determinar el grado de conocimientos del personal médico y hospitalario sobre los efectos de la radiobiología.

5:2 Objetivos Particulares:

- **Identificar 5 conocimientos sobre la radiobiología al personal medico**
- **Identificar los conocimientos sobre la radiobiología del personal técnico radiólogo**
- **Identificar los factores que influyen en una alteración celular del paciente**

6- MATERIAL Y METODO

METODO:

Se trata de un estudio de carácter descriptivo retrospectivo en el cual se busca conocer el grado de conocimientos del personal médico y hospitalario sobre los efectos de la radiobiología. Para ello se solicitó un permiso al director médico del hospital para repartir encuestas al personal médico y hospitalario mencionando que las encuestas incluyen médicos generales y de especialidades adscritos al hospital además de médicos internos y técnicos radiólogos. Siendo aceptado el permiso se procedió a repartir 61 encuestas con 5 preguntas al personal ya mencionado el cual tardo un tiempo de dos meses en recabar 50 encuestas contestadas aun no conforme espere un tiempo de un mes posteriores a los ya mencionados y el resultado fue una encuesta con respuestas fuera del tema y los 10 restantes sin responder. Obtenidas las 50 encuestas contestadas se procesaron las encuestas teniendo como referencia 2 puntos por cada pregunta o si la respuesta era con falta de información se daba 1 punto o bien hasta 1 punto y medio si solamente faltaba un dato. Ya procesadas las encuestas se llenaron en el programa Microsoft Excel 2010 en donde por formulas se obtuvo el promedio de general y por especialidad

además de los promedios de cada pregunta, entonces se copió los promedios y se pegaron en las hojas de recolección.

➤ LOGISTICA

Recursos Humanos.

El investigador Uriel Jiménez Vega

Personal médico: Gabriel Beristáin Pérez (Asesor experto)

Personal Técnico: Víctor Bravo Vargas (Asesor metodológico)

Recursos Materiales: Computadora, internet, revistas, libros, encuestas, material de oficina

BIOETICA

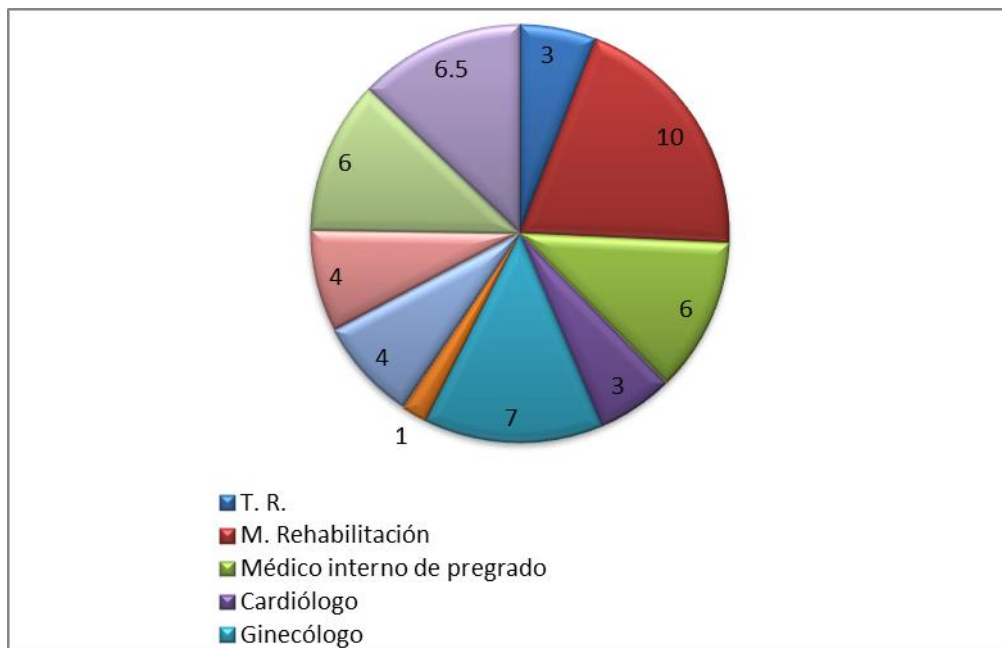
No existen problemas de carácter bioético, que impidan la realización de esta investigación.

7- RESULTADOS

Resultados de Encuestas											
ESPECIALIDAD											PROMEDIO
T. R.	3	2.5	3.5	5.5	5.5	6.5	5	3.5	4	3.5	4.3
M. Rehabilitación	10	5.5	6	4							6.4
Médico interno de pregrado	6	5	5	5	2	2.5	7	4	3.0	2.0	4.2
Cardiólogo	3	2.5									2.8
Ginecólogo	7	3	3	6							4.8
Urólogo	1	2	1.5								1.5
Pediatra	4	3	5	3							3.8
Urgenciólogo	4	4	5	5	4	1.5	2.5				3.7
Médico General	6	1									3.5
Radiólogo	6.5	6	5.5	4.5							5.6
											4.0

La tabla 1 se obtiene de cada uno de los resultados de las encuestas.

PROMEDIO DE CADA ESPECIALIDAD



La tabla 2 se obtiene de los resultados de las encuestas por especialidad

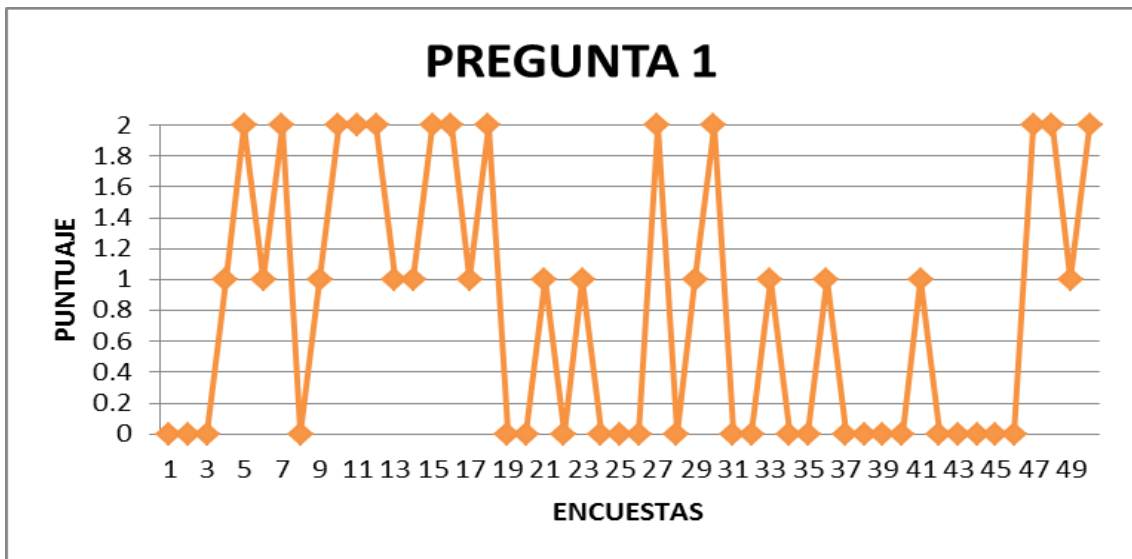
El promedio general de las encuestas realizadas en el hospital Christus Muguerza es de **4.0** en una escala de 1 a 10. El promedio total de las encuestas es un resultado reprobatorio lo cual nos demuestra que no hay un conocimiento insuficiente acerca de la radiobiología lo cual es un riesgo para los pacientes y personal que se relaciona con equipos que emiten radiaciones ionizantes como los rayos x, este riesgo es una alteración celular al no saber los factores que influyen para que exista este proceso.

Una vez obtenido el promedio general de las personas encuestadas, analizaremos el promedio de cada pregunta, y así saber específicamente cuales son los conocimientos más insuficientes que cuenta el personal encuestado.

RESULTADOS DE ENCUESTAS POR PREGUNTA						
No DE EXAM	ESPECIALIDAD	PREGUN 1	PREGUN 2	PREGUN 3	PREGUN 4	PREGUN 5
1	TR	0	0.5	0	2	0.5
2	TR	0	0	0	0.5	2
3	TR	0	2	0	0.5	1
4	TR	1	2	0	0.5	2
5	TR	2	2	0	0.5	1
6	TR	1	2	0.5	1	2
7	TR	2	2	1	0	0
8	TR	0	1	0	0.5	2
9	TR	1	2	0	1	0
10	TR	2	0	1	0	0.5
11	MR	2	2	2	2	2
12	MR	2	0	1	2	1
13	MR	1	2	0	0	1
14	MR	1	2	1	0.5	1
15	MIP	2	0	1	1	2
16	MIP	2	0	1	1	1
17	MIP	1	2	0	1	1
18	MIP	2	0	0	1	2
19	MIP	0	0	0	0	2
20	MIP	0	0	0.5	0	2
21	MIP	1	2	1	1	2
22	MIP	0	1	0	2	1
23	MIP	1	0	0	1	1
24	MIP	0	0	0	0	2
25	CARD	0	0	2	0	1
26	CARD	0	0	2	0	0.5
27	GINE	2	1	1	2	1
28	GINE	0	1	0	1	1
29	GINE	1	0	0	1	1
30	GINE	2	2	0	1	1
31	URO	0	0	0	0	1
32	URO	0	0	0	1	1
33	URO	1	0	0	0.5	0
34	PEDI	0	2	0	0	2
35	PEDI	0	1	0	1	1
36	PEDI	1	1	0	2	1
37	PEDI	0	1	0	1	1
38	URG	0	2	1	0.5	0.5
39	URG	0	2	1	0	1
40	URG	0	2	1	0	2
41	URG	1	1	0	2	1
42	URG	0	1	1	1	1
43	URG	0	1	0	0	0.5
44	URG	0	1	0	1	0.5
45	MG	0	2	1	1	2
46	MG	0	0	0	0	1
47	RADI	2	2	0.5	1	1
48	RADI	2	1	0	2	1
49	RADI	1	1	1	2	0.5
50	RADI	2	1	0	1	0.5
PROMEDIO		0.78	1.01	0.43	0.82	1.14

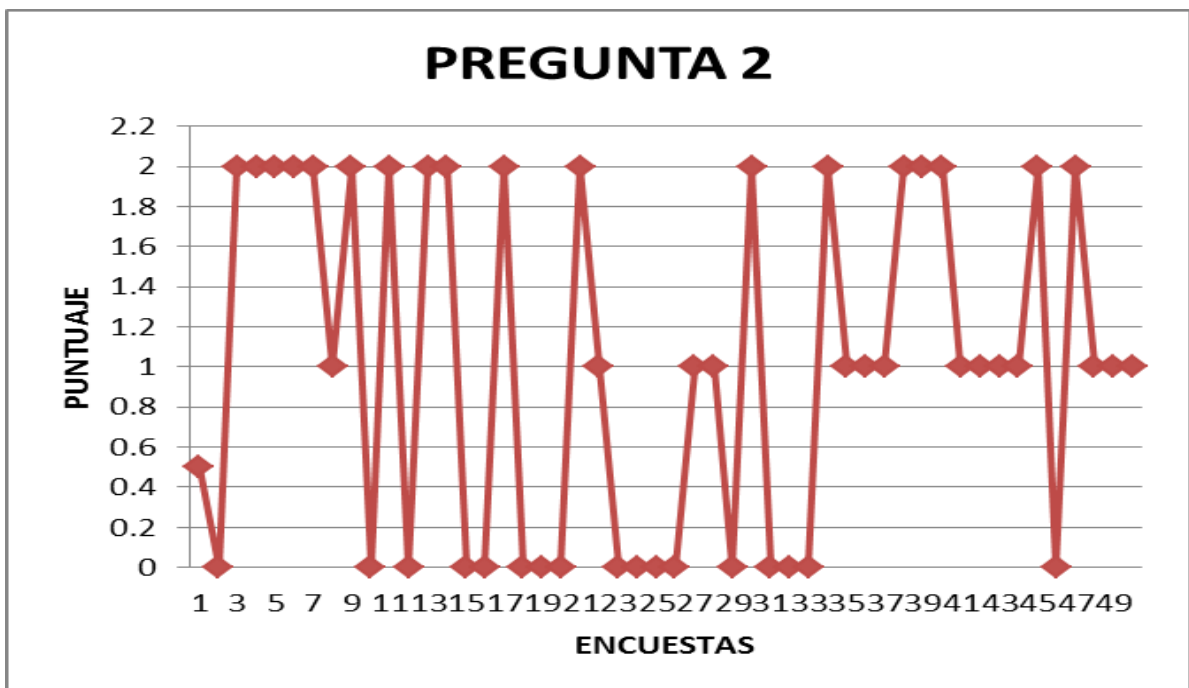
La tabla 3 se obtiene de los resultados de las preguntas de cada cuestionario

RADIOBIOLOGIA



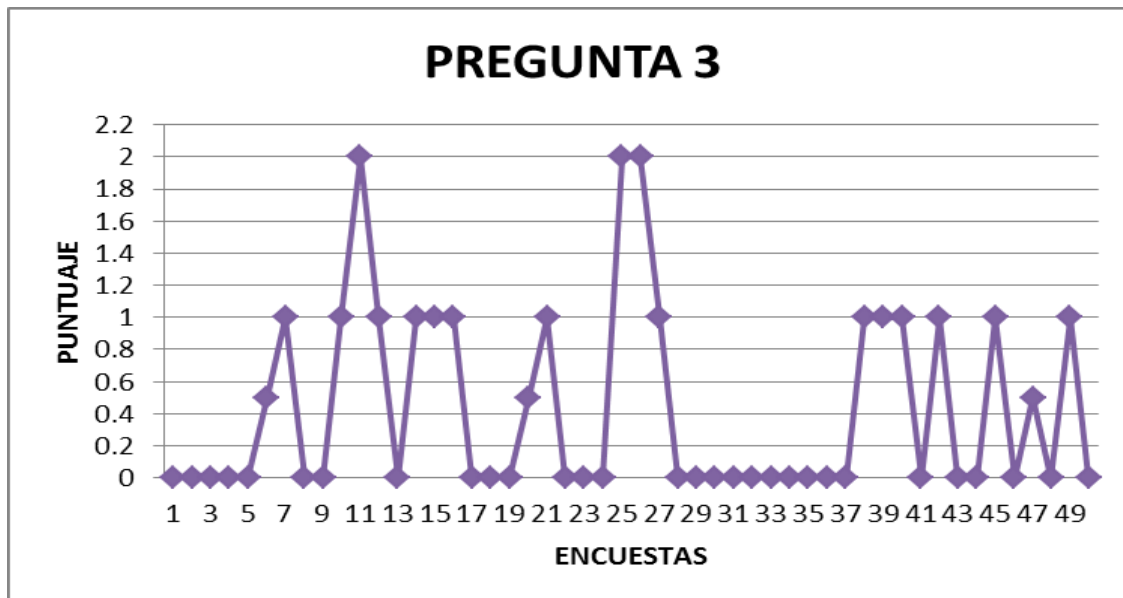
La tabla 4 se obtiene de los resultados de la pregunta 1 de cada cuestionario

RAYOS X



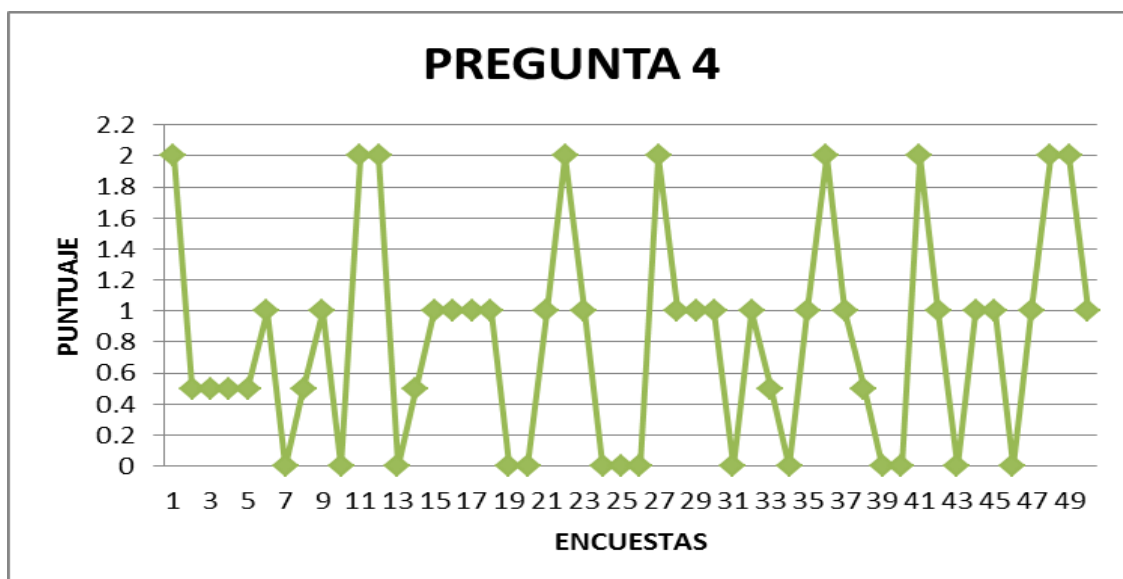
La tabla 5 se obtiene de los resultados de la pregunta 2 de cada cuestionario

SENSIBLES A LA RADIACION



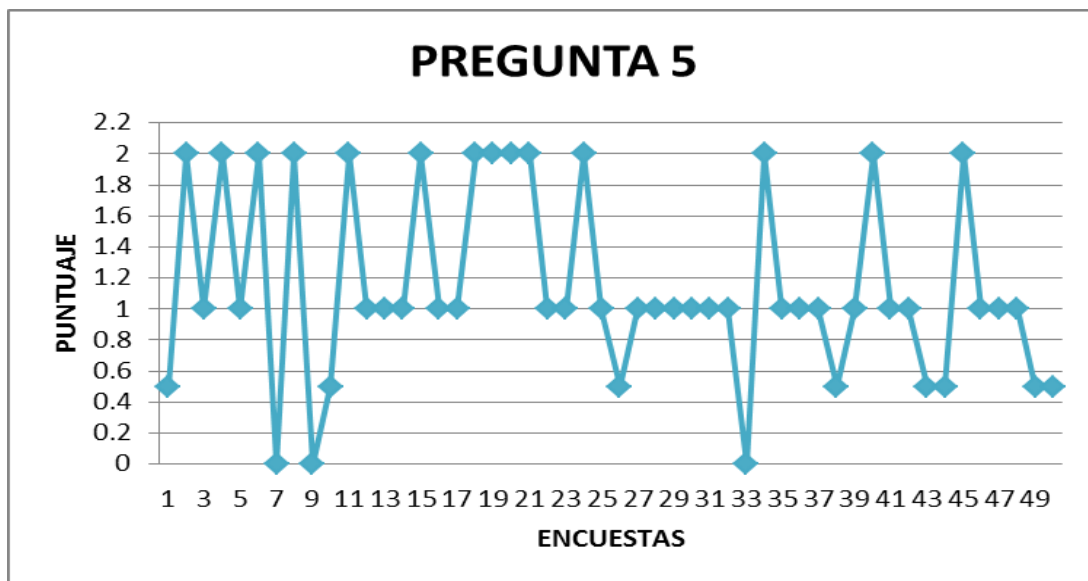
La tabla 6 se obtiene de los resultados de la pregunta 3 de cada cuestionario

FACTORES QUE INTERVIENEN



La tabla 7 se obtiene de los resultados de la pregunta 4 de cada cuestionario

ORGANOS MÁS SENSIBLES



La tabla 8 se obtiene de los resultados de la pregunta 5 de cada cuestionario

Los resultados obtenidos de cada tabla reflejan que en general el personal encuestado no cuenta con conocimientos suficientes. En la primera pregunta el promedio es de: 0.78, esto nos muestra que el conocimiento que cuenta el personal encuestado en esta pregunta es muy bajo, teniendo de referencia un promedio máximo de 2 que fue el valor que se le asignó a cada pregunta.

En la segunda pregunta el promedio general fue de: 1.1, esto nos muestra que el personal encuestado tiene una idea de la respuesta correcta pero no en su totalidad, siendo esta pregunta la de mayor promedio.

En la tercera pregunta el promedio general es de: 0.43, esto es un promedio muy bajo y al mismo tiempo preocupante ya que esta pregunta es de importancia porque pone en riesgo al paciente, la pregunta es: **¿Qué pacientes son los más sensibles a la Radiación?**, es preocupante este resultado y así mismo es importante que el personal conozca que pacientes son los más sensibles a la radiación.

En la cuarta pregunta el promedio general es de: 0.82, y una vez más el promedio es bastante bajo, siendo también una pregunta importante ya que tiene gran relación con el paciente, y es de importancia saber cuáles son los factores para exista una alteración celular a causa de los rayos x.

En la quinta y última pregunta el promedio general es de: 1.14, el promedio refleja que no es tan bajo como la primera, tercera y cuarta pregunta, pero tampoco es el más alto promedio, siendo esta pregunta de un promedio medio.

8- CONCLUSION

La Radiobiología es una ciencia de gran ayuda para prevenir efectos a causa de cualquier radiación ionizante, por eso es importante que se le dé mayor importancia en el ámbito hospitalario con esto evitaríamos cualquier alteración celular a causa de los tipos de radiación que se manejan en el hospital. Además de que el personal hospitalario pueda tener conocimientos sobre la radiobiología al no tener un conocimiento suficiente pone en riesgo su integridad y la del paciente. El personal hospitalario con conocimientos sobre la radiobiología reduce las probabilidades para que exista una alteración celular además de tomar en cuenta varios factores al enviar una orden para el departamento de Imagenología o bien si este realizara el estudio.

La Radiobiología tiene que ser una disciplina clave en el ámbito hospitalario para mayor seguridad del paciente y del personal, lo que nos impulsa a tener más conocimientos sobre esta ciencia y poder crear una cultura de prevención y conocimientos. Es de gran ayuda que desde la formación del personal de radiología tenga conocimientos muy amplios acerca sobre esta ciencia.

Recomendaciones:

- Realizar una encuesta con 5 preguntas básicas sobre la radiobiología al personal hospitalario.
- Proponer a la dirección general del hospital que realice una plática sobre la importancia de la radiobiología por parte de empresas expertas en asesoramiento de física de radiaciones y protección Radiológica
- Difundir folletos que contengan información básica sobre la radiobiología para que el personal médico pueda solicitar estudios de rayos x pero tomando en cuenta los factores para que no exista una alteración a nivel celular.

9- ANEXOS

DEFINICIONES DE CONCEPTOS

GLOSARIO:

ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (DNA): Molécula que transporta la información genética necesaria para la replicación celular. Molécula diana de la Radiobiología

ACIDO RIBONUCLEICO (RNA): Moléculas que se encuentran implicadas en el crecimiento y desarrollo de una célula a través de una cantidad de pequeñas y esféricas organelas citoplasmáticas que se unen al retículo endoplasmático

AGENTE SENSIBILIZANTE: Agente que potencia el efecto de la radiación

ADENINA: Base orgánica nitrogenada que se une a la molécula de desoxirribosa

ALARA: Principio por el cual la exposición a la radiación debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible.

ANAFASE: Segunda fase de la mitosis, durante la cual las cromátides se repelen una a otra y migran a lo largo del huso mitótico hacia los lados opuestos de la célula

ATOMO: Partícula más pequeña de un elemento que no puede dividirse o romperse por medios químicos

CATABOLISMO: Proceso que crea energía para la célula mediante la rotura de nutrientes moleculares que son conducidos hasta y a través de la membrana celular.

CELULA: Unidad básica de toda materia viva

CELULA GENETICA: Oogonia o espermatogonia

CELULA GERMINAL: Célula reproductora

CELULA MADRE PLURIPOTENCIAL: Célula Madre precursora que presenta la capacidad de desarrollarse en diversos tipos de células maduras

CELULAS SOMATICAS: Todas las células del cuerpo excepto las Oogonias y las espermatogonias.

CODON: Serie de tres pares de bases en el DNA

DIANA: Molécula (DNA) más sensible a la radiación

DOSIS: Cantidad de energía radiactiva absorbida por un objeto irradiado

DOSIS LIMITE: Dosis máxima permisible

DOSIS OCUPACIONAL: Dosis recibida por un individuo en un área restringida durante el curso de un empleo en el que los deberes asignados al individuo implican la exposición a la radiación.

ESCISION DE LA CADENA PRINCIPAL: Rotura de una macromolécula de cadena larga que divide la molécula única y grande en pequeñas moléculas.

ESPERMATOGONIA: Célula germinal masculina

EXPOSICION: Medida de la ionización producida en el aire por los rayos x o los rayos gamma.

EXPOSICION OCUPACIONAL: Exposición a la radiación recibida por los trabajadores de centros que manejan radiaciones ionizantes.

FRACCIONADO: Dosis de radiación suministrada a la misma a la misma dosis en porciones iguales y a intervalos regulares.

IN VIVO: En la célula viva

INTERFACE: Periodo de crecimiento de la célula entre las divisiones.

IONIZACION: Salida de un electrón orbital de un átomo.

IRRADIADO: Se refiere a la materia que intercepta la radiación y absorbe parte o la totalidad de aquella expuesto.

LISOSOMA: Célula que contiene enzimas capaces de digerir los fragmentos celulares.

MATERIA: Cualquier cosa que ocupa espacio y tiene forma o figura.

MEIOSIS: Proceso de la división de la célula germinal que reduce el número de cromosomas en cada célula hija a la mitad del número de cromosomas de la célula madre.

METAFASE: Fase de la división celular durante la cual son divisibles los cromosomas.

MITOSIS: Proceso de la división de la célula somática donde la célula madre se divide para formar dos células hijas idénticas a la primera.

MOLECULA: Grupo de átomos de diversos elementos mantenidos juntos por fuerzas químicas; la unidad más pequeña de un compuesto que puede existir por sí misma y retener todas sus propiedades químicas.

MOLECULA DIANA: molécula (DNA) que es escasa en número aunque esencial para la supervivencia celular, y particularmente sensible a los efectos de la radiación ionizante.

MUTACION PUNTUAL: Lesión molecular provocada por el cambio o pérdida de un base que destruye el código del triplete del DNA y puede ser irreversible.

NUCLEO: Centro de la célula viva; masa esférica de protoplasma que contiene material genético (DNA) que es almacenado en su estructura molecular.

NUCLEOLO: Estructura redondeada que se une con frecuencia a la membrana nuclear y controla el paso e moléculas, especialmente RNA, desde el núcleo al citoplasma.

PROFASE: Fase de la división celular durante la cual el núcleo y los cromosomas aumentan de tamaño y el DNA empieza a formar forma estructural.

RADIACION: Energía emitida y transferida a través de la materia.

RADIOLISIS DEL AGUA: Disociación del agua en otros productos moleculares como resultado de la irradiación.

RADIOSENSIBILIDAD: Susceptibilidad relativa de las células, tejidos y órganos a la acción nociva de la radiación ionizante.

RAYOS X: Radiación electromagnética ionizante y penetrante que presenta una longitud de onda más corta que la luz visible.

TELOFASE: Súbfase final de la mitosis que se caracteriza por la desaparición de los cromosomas estructurales en una masa de DNA y el cierre de la membrana nuclear alrededor de dos núcleos.

TRANSFERENCIA LINEAL DE ENERGIA: Determinación del índice al cual se transfiere la energía de una radiación ionizante a los tejidos blandos.

Hospital Christus Muguerza UPAEP

Interés de conocimientos sobre la radiobiología en el hospital Christus Muguerza UPAEP

Especialidad: _____

¿Qué es la Radiobiología? _____

¿De qué manera afectan los rayos X? _____

¿Qué pacientes son los más sensibles a la Radiación? _____

¿Qué factores intervienen para que exista una alteración celular a causa de los rayos x?

¿Qué órganos son los más sensibles a la radiación? _____

10 –BIBLIOGRAFIA

- 1- <http://www.luciabotin.com/publicaciones/radiobiologia.pdf> Autor:
Josep Alfred Piera i Pelliçen
- 2- Libro Fundamentos de Física Medica volumen 1: Medida de la radiación
© Sociedad Española de Física Médica C/ Martínez Campos, 44 - 1º -
28010 Madrid Tel: 91 425 02 47 E-mail: secretaria@sefm.es Página
web: www.sefm.es Edición ADI servicios Editoriales Pag. 21-22, 230-
232,
- 3- Biología Celular y Molecular Lodish-Berk-Matsudaira-Kaiser-Krieger-
Scott-Zipursky-Darnell 5ta edición 2005 Editorial W. H. Freeman and
Company Estados Unidos New York. Pag.2,8,10,11 15, 16, 15, 59, 60,
61,62. 102-107
- 4- Revista Chilena de Radiología. Sociedad Chilena de Radiología General
Holley #2363-A, Of. 404, Providencia ZPI CODE 7510032 Santiago –
Chile
- 5- Biología celular 3a edición RICARDO PANIAGUA MCGRAW-HILL
INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U. Edificio Valrealty. C/ Basauri,
17, 1ª planta 28023 Aravaca (Madrid) Pag. 3, 5-30, 250-345,
- 6- Radiacion al servicio de la Vida María Esther Brandan Primera edición
1991, Carretera Picacho-Ajusco 227; 14200 México, D. F. ISBN 968-16-
3452-7 Impreso en México. Pag. 14-20 32-35
- 7- Manual de Radiología para Técnicos. Stewart C. Bushong Octava
Edición. Elsevier España, S. A. 28020 Madrid España. Pag.
480,492,500,548
- 8- Biología celular y molecular conceptos y experimentos. Gerald Karp
quinta Edición. Editorial McGraw-Hill interamericana editores s.a. de C.V.
México D. F. pag. 3, 5, 42,47, 49,
- 9- Genética molecular y Citogenética Humana Andrés López Cortez
EDITORIAL: YACHAY EPISBN- 978-9942-07-597-0 Año de publicación:
2014 pág. 5,8, 33
- 10-Genetica Medica Robert F. Mueller 10ª Edición 2001 ISBN: 978-950-06-
0269-3 Marban Libros S.L. 28015 Madrid España. Pag. 11, 12, 13, 18,
20,37

- 11--**Libro Radiobiología Clínica. @ Sociedad Española de Física Médica. Capitán haya 60, 28020 Madrid. Grupo sobre radiobiología clínica, 2003 ISBN: 84-95074- 35-4 Imprime: Impresur artes gráficas pag. 5, 6, 7,11 12-34 49-102
- 12-**Física para Biología, Medicina, veterinaria y farmacia. Miguel Ortuño Ortin Murcia. Editorial CRITICA S. A. ISBN: 84-7423-796-3 Arago, 385, 08013 Barcelona Impreso en España. Pag. 511, 512,513 ,523
- 13-**Para entender las radiaciones Carolina Rabin Lema Publicado por DIRAC – Facultad de Ciencias – Universidad de la República. Calle Iguá 4225 casi Mataojo – Montevideo 11400 – Uruguay. Pag. 15 -30,38
- 14-**Revista Electrónica Radiobiología editada: Grupo de investigación radiobiología dpto. Radiología y Medicina Física. Universidad de Málaga (España)<http://www.rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>
- 15-**Proteccion Radiológica en Medicina Sociedad Argentina de Radioproteccion Impresión: VCR impresores SA Primera edición: mayo 2011 ISBN 978-987-26798-