

IVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

EFFECTO BIOLOGICO DE LAS RADIACIONES IONIZANTES. RECOMENDACIONES GENERALES PARA DISMINUIR LA INADECUADA EXPOSICION EN NUESTROS HOSPITALES"

T E S I S

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

POR

ROLANDO AUGUSTO IMERI LORENZANA

En el Acto de Investidura de

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, Julio de 1967.

PLAN DE TESIS

- a) Introducción, Antecedentes y Objetivos
- b) Material y Métodos
- c) Resultados
- d) Discusión
- e) Conclusiones
- f) Sumario
- g) Apéndice
- h) Bibliografía.

INTRODUCCION, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

INTRODUCCION:

La idea de hacer un trabajo de tesis de este tema, nació a raíz de una plática informal con el doctor Gustavo Castañeda, en aquel entonces Jefe del Departamento de Pediatría del Hospital Roosevelt, quién interesado en el tema, me encargó que diera una conferencia en una reunión de las siempre programadas para el personal médico de pediatría y obstetricia en el Departamento de Maternidad. Era el mes de Octubre de 1965, y yo desempeñaba el cargo de practicante externo de pediatría en aquel hospital. En esa misma plática informal, expresé mi temor al doctor Castañeda, de que como era posible que un simple estudiante podría darle una conferencia a médicos residentes y jefes de sección de los departamentos de Pediatría y Obstetricia; su respuesta fué explícita y comprometedora: "todos podemos aprender de cualquiera, reuna el material que encuentre y denos la conferencia el martes 26 de Octubre".

La conferencia fué dada en la fecha dispuesta, y para sorpresa mía, fuí aplaudido y a la vez felicitado por el doctor Castañeda quien frente a la concurrencia agregó: "veo que se documentó bien sobre el tema porque veo que le interesa. Yo no tenía candidato para una beca, pero ahora se la ofrezco a usted, se trata de un estudio sobre retraso mental por radiaciones en Berkeley California

para el mes de Septiembre de 1966; piénselo y me avisa".

Desgraciadamente no pude aceptar el ofrecimiento, ya que para esa fecha estaría desempeñando el internado rotatorio, y hubiese tenido que dejarlo, o sea, interrumpir mi carrera, para luego regresar y adaptarme a dos promociones posteriores a la mía.

A pesar de todo, dicha conferencia despertó interés, y muchos compañeros que no la habían escuchado se enteraron de la misma, haciéndome múltiples preguntas al igual que los que sí habían estado presentes; por eso creí conveniente recopilar más datos, y reunirlos en un trabajo de tesis que diera una idea global acerca del efecto biológico de las radiaciones ionizantes, para conocerlas mejor, saber usarlas y tenerles respeto.

La radiación constituye una de las formas en que se emite y transfiere energía (Alfa, beta, gama, neutrones, rayos cósmicos, etc.). Estas radiaciones se pueden tomar todas conjuntamente, pues todas ellas originan, directa o indirectamente, un fenómeno común: la ionización, cuando interaccionan con la materia.

Ionización consiste en la eliminación o adición de cargas eléctricas en átomos y moléculas electricamente neutros, que entonces pasan a tener cargas positivas o negativas. En este proceso, las moléculas pueden dividirse en fragmentos separados con una u otra carga. Los átomos, moléculas o fragmentos de moléculas cargados electricamente reciben el nombre de iones. (25)

ANTECEDENTES

Se revisaron todos los trabajos de tesis hechos en la Facultad de Ciencias Médicas, referentes al uso de los rayos X, la radioterapia y los isótopos radioactivos; así se vieron los trabajos siguientes:

- 1) Radiumterapia y cancer uterino, del Dr. Jorge E. Alvarado (1)
- 2) Radiumterapia de los epitelomas cutáneos, del Dr. Manuel Beltranena Sinibaldi (5)
- 3) Siluetas renales normales, del Dr. José Luis Bran Cabrera (9)
- 4) Consideraciones sobre estimación pélvica y pelvimetría radiológica, del Dr. Marco Antonio Chávez Garza (18)
- 5) De la radiografía y sus aplicaciones médico quirúrgicas, del Dr. Alberto Enríquez Toro (22)
- 6) Queloides; contribución a su tratamiento con el uso combinado de dermo abrasió y radioterapia, del Dr. Modesto Garay Moya (29)
- 7) La posición de la radiología en sus 50 años de vida, del Dr. Armando González (33)
- 8) Estudio sobre las causas de mortalidad de los médicos en el ejercicio de su profesión en Guatemala durante los últimos 20 años y breves consideraciones sobre la actual protección social de que gozan, del Dr. Joel Enrique Maldonado Ordóñez (47)
- 9) La captación de yodo radioactivo como auxiliar en el manejo del bocio nodular, del Dr. Ricardo Paz Carranza (63)
- 10) Importancia del control radiológico de torax en el preoperatorio, del Dr. Ladislao Quintero Gutiérrez (65)
- 11) Tratamiento del Hipertiroidismo con yodo radioactivo, del Dr. Luis Fernando Salguero González (72)
- 12) Pelvimetría, del Dr. Angel Rafael Sánchez Ayala (73).

El uso de las radiaciones ionizantes ha evolucionado de tal manera, que actualmente constituyen una extensa disciplina, dentro de la cual se desarrollan múltiples especialidades.

En Guatemala la principal fuente de radiaciones ionizantes constituyen las derivadas de los aparatos de rayos X, usados con fines diagnósticos, seguidamente y en menor escala los rayos X usados con supervoltaje con fines de terapia cancericida, y por último el uso de los isótopos radioactivos que no manejan más que los médicos.

El presente trabajo toma más en cuenta el uso de los rayos X ya que son los que más se emplean y a los que más están expuestas las personas que los manejan, las personas sobre quienes se usan las personas que por circunstancias especiales, de descuido o de ignorancia llegan a estar en contacto con los mismos innecesariamente.

Conviene recordar que el descubrimiento de los rayos X se atribuye a Wilhem Conrad Röntgen, el 8 de noviembre de 1895, en el Instituto Físico de la Universidad de Würzburg, de estas radiaciones descubiertas hasta entonces, representa un acontecimiento memorable, significa el comienzo de una nueva época en la Medicina y en la Física. (12)

13) Estado actual de la radiología y radiumterapia, del Dr. Guillermo Sánchez F. (74)

14) Leucemias, del Dr. Fernando Sarti Figueroa (75)

15) Medios de contraste más frecuentemente empleados en radiología, necesidad de la cooperación de la radiología y de la clínica, del Dr. Luis F. Velásquez (92)

16) Los rayos X y la salud, de la Dra. Ana María Velásquez Trocoli (93)

Se concluye que hasta la fecha no se ha hecho ningún trabajo de tesis sobre el Efecto Biológico de las Radiaciones Ionizantes, mucho menos sobre su manejo, sus peligros ni sobre nuestras deficiencias hospitalarias en protección contra los mismos.

Se agregaron otros trabajos que en estudios de otros países dan una relación directa entre las radiaciones y ciertas enfermedades, es por eso que en la lista aparecen las tesis de: Leucemias; Estudio sobre las causas de mortalidad de los médicos en el ejercicio de su profesión en Guatemala... Siluetas renales normales.

De las tesis revisadas, se encontró que a pesar de ser más que interesantes, las siguientes no mencionan los peligros de las radiaciones, protección radiológica, ni asocian el tema tratado con el posible daño o génesis de ciertas enfermedades.

1) Estado actual de la Radiología y radiumterapia (74)

2) Radiumterapia de los epitelomas cutáneos (5)

3) Medios de contraste más frecuentemente empleados en radiología y necesidad de la cooperación de la radiología y de la clínica (92)

4) Consideraciones sobre estimación pélvica y pelvimetría ra-

diológica (18).

- 5) Importancia del control radiológico de torax en el preoperatorio (65)
- 6) La captación de yodo radioactivo como auxiliar en el manejo del bocio nodular (63)
- 7) Pelvimetría (73)
- 8) Siluetas renales normales (9)
- 9) Leucemias (75)

Posiblemente la omisión de tales datos se halla debido no a descuido, sino al entusiasmo en exponer el tema a tratar, o porque en la literatura consultada no mencionan el efecto de las radiaciones, ni de los cuidados que se deben tomar cuando se usan. Los demás trabajos revisados hacen observaciones muy interesantes así:

- 1) De la radiografía y sus aplicaciones médico-quirúrgicas (22), el Dr. Alberto Enríquez Toro hace notar en la página 33: "atravesando los rayos X al cuerpo humano con facilidad asombrosa, es en realidad de verdad, natural que estos produzcan acción en el organismo, y esta acción podrá ser utilizada en medicina?".

"La acción de los rayos X sobre el organismo aunque no se ha estudiado desde todos sus puntos de vista parece ser muy potente. Muchas personas han observado la inflamación de la piel, caída de los pelos, de la epidermis y de las uñas, pero no sabemos si más tarde se podrá demostrar su eficacia en el tratamiento de cuantas enfermedades que

hoy por hoy, no tienen un tratamiento racional."

Es de hacer notar que dicha tesis fué hecha en el año de 1901.

- 2) Radiumterapia y cancer uterino (1), el Dr. Jorge E. Alvarado V. anota en la página 16: "las células, cuyo cambio nutritivo se realiza con gran rapidez, son las más sensibles a las radiaciones y lo mismo se puede decir en lo referente a su función genética; las células espermáticas y ováricas que encierran dentro de sí un poder de reproducción inmenso, son las más rápidas e intensamente sensibles a la acción de las radiaciones."

En la página 21 dice: "la destrucción de la célula produce como consecuencia la formación de citotoxinas, que dan lugar por su presencia a dos procesos; uno de acción local sobre los elementos sanos vecinos, los cuales ya se hayan afectados por la acción de la radiación y otro general consecutivo a la acción, que sobre la totalidad del organismo, produce la invasión de elementos heterogéneos en el torrente circulatorio."

"La leucopenia es un estado consecutivo a la radiación, la disminución leucocitaria puede tener una influencia perniciosa para la vida de la enferma, cuando alcanza un grado muy intenso."

En la página 32 entre las conclusiones, la número 7 dice: "las dosis débiles, como las fuertes son peligrosas."

3) La posición de la radiología en sus 50 años de vida (33), el Dr. Armando González anota en las páginas 39-41:

"Peligros y daños que ocasionan los rayos X, en el personal de un departamento radiológico."

Hace notar la acción nociva de la radiación en médicos y asistentes porque están más expuestos porque la suma de las pequeñas dosis diariamente acumuladas y absorbidas, hacen a la larga una fuerte impregnación en algunos órganos vitales, siendo especialmente sensibles a los rayos X: los órganos hematopoyéticos, sistema linfático y leucopoyéticos, testículo y ovarios.

Habla del peligro para el radiólogo y de evaluar la dosis máxima que puede soportar sin comprometer su salud. Habla de que entre las enfermedades profesionales, fuera de la leucopenia que es casi habitual, ocupa un lugar preferente en los radiólogos la leucemia. Agrega:

- a) Lo malo que es hacer control semanal de la tuberculosis pulmonar, porque se ve poco cambio, y se expone innecesariamente al paciente a la radiación.
- b) Radiodermitis que después dá degeneración maligna en las manos, en los dedos de los dentistas, en los traumatólogos.
- c) De la escasa protección que dan los aparatos portátiles.

- d) De crear un seguro de vida profesional para el radiólogo que haya trabajado más de quince años en los hospitales.
- 4) Queloides, contribución a su tratamiento con el uso combinado de dermo abrasión y la radioterapia (29), el Dr. Modesto Garay Moya dice en la página 14: que es importante proteger la piel sana durante las aplicaciones de radioterapia, con láminas de plomo de 2 mm de espesor para evitar muchas de las secuelas como radiodermatitis, depigmentaciones, hiperpigmentación persistente, atrofias y ulceraciones; es más común la hiperpigmentación.

En la conclusión número 4 de la página 36 anota:

"Cualquier tratamiento inadecuado o excesivo lo empeora, con el peligro de que posteriormente pueda sufrir degeneración maligna"

- 5) Los rayos X y la salud (93), la Dra. Ana María Velásquez Tróccoli dice: "al usarse se deben tomar precauciones, medidas de protección sobre todo durante el exámen radioscópico. Hay una dosis de tolerancia que tiene por base la dosis eritema, o sea la cantidad de radiación Roentgen que a una distancia de 23 centímetros entre el foco y la piel, en una superficie de 6 a 8 cm, al cabo de 8 a 10 días produce el enrojecimiento de la piel. Varía de 0.25 r en un día a 1.25 r semanales, los que se deben soportar.

Para la protección individual se utilizan delantales, guantes y zapatos de goma plumbica."

- 6) Tratamiento del Hipertiroidismo con yodo radioactivo. (72), el Dr. Luis Fernando Salguero González dice: que hay complicaciones como leucopenia, hipotiroidismo, exacerbación de los síntomas, de que fueron transitorios y de que se controlaron rápidamente.

Hace notar que la principal objeción que se ha hecho al tratamiento con radioyodo es la de poseer un sospechado poder carcinogénico, de ahí que algunos autores recomiendan emplearlo solamente en pacientes que sean mayores de 35 años de edad.

Después se discute la veracidad de si produce cancer del tiroides o leucemia. Dice que la mayoría de los biólogos creen que 25 años es un lapso suficiente para demostrar la influencia carcinogénica del yodo radioactivo en la glándula tiroides.

Faltan solo 5 años para confirmar o negar tal influencia categóricamente, pues los primeros casos fueron tratados por Hertz y Roberts en 1942.

OBJETIVOS

Tratar de que con el presente trabajo se logre tener una idea del efecto biológico de las radiaciones ionizantes, comprenderlos, saber como actúan y de que manera pueden sernos útiles y de que manera pueden sernos dañinos, así como hacer notar que en nuestros hospitales muchas personas se exponen innecesariamente a las radiaciones.

El presente trabajo no trata de ninguna manera hacer críticas personales, pero sí pretende que al enterarse de él, muchas personas puedan corregir los defectos que han hecho de su trabajo una rutina descuidada, ignorando que si bién tienen una preparación profesional sólida, han descuidado el velar por aquellos que diariamente nos sirven para facilitarnos nuestras labores hospitalarias y para enriquecer nuestro caudal de conocimientos, es decir, los técnicos que manejan los aparatos de rayos X, el personal de enfermería y los pacientes.

MATERIAL Y METODOS

Desde Octubre de 1965, se principió a recopilar el material bibliográfico sobre el efecto biológico de las radiaciones ionizantes; de tal manera que se visitaron las bibliotecas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, material bibliográfico proporcionado gentilmente por el Ingeniero Ricardo Díaz Duque y por el Dr. Carlos Escobar.

Se hicieron visitas a las instalaciones de los aparatos de rayos X en el Hospital Roosevelt, usados con fines diagnósticos y terapéuticos; así como también a las instalaciones de rayos X con supervoltaje y la bomba de cobalto en el Instituto de Cancer (INCAN), todas estas visitas con el Dr. Carlos Escobar, además de haberme mostrado la magnífica instalación de Roentgenterapia y de Teleterapia (Telecobalto) de supervoltaje en el hospital privado en que trabaja.

Personalmente visité las instalaciones de aparatos de rayos X en el Hospital General, usados para diagnóstico y terapia superficial; la sala de implantes de cobalto en el mismo hospital. Se visitaron las instalaciones de rayos X en la Liga Nacional contra la Tuberculosis, las del Dispensario Central y las del Dispensario Antituberculoso infantil, así como las instalaciones de algunos centros privados.

Se elaboraron resúmenes y cuadros para dar una visión de con-

junto, y basado en consultas bibliográficas de numerosos artículos en revistas y libros publicados con referencia al tema de las radiaciones ionizantes, conjuntamente con las observaciones personales, se elaboró el trabajo que aquí se desarrolla.

Es necesario hacer notar que a pesar de la extensa bibliografía revisada, basada toda en numerosas investigaciones hechas por autores de varios países, no existe un acuerdo general sobre los futuros efectos tardíos de las radiaciones, y que debido a ello, se celebran con perioricidad establecida, congresos fijos para unificar criterios y reunir el material de investigación anual.

Parece ser que en donde se ha tomado muy en serio el problema, y donde existe la mayoría de las investigaciones al respecto, es en Inglaterra; pero no por ello los demás países dejan de tener importancia, ya que en general, demuestran que el asunto de las radiaciones ionizantes es de preocupación mundial.

Se verá, según el desarrollo del trabajo, que se ha seguido un orden escalonado desde lo más sencillo y comprensible, hasta el sin número de datos que se resumen, ya que hubiera sido agobiante y falto de interés para cualquier lector, conocer muchas de las investigaciones experimentales que se han hecho y se siguen haciendo en animales. Estos últimos datos no se anotan en el presente trabajo, ni se pone la bibliografía referente a los mismos, ya que no constituyen su objetivo, es decir que no se entran a detallar fases ni

técnicas experimentales, así como tampoco se trata sobre los diversos aparatos de detección de radiaciones, la manera de usarlos. El presente estudio tampoco es un tratado sobre protección radiológica, ya que para lo mismo sería necesario hacer otro trabajo por separado.

Los únicos datos registrados en nuestro medio se presentan en el apéndice de este trabajo, cedidos gentilmente por el Ingeniero Ricardo Díaz Duque. Respecto a este mismo punto, se debe hacer notar, que por falta de equipo, no se tienen datos nacionales propios respecto a radiación del medio ambiente, ni respecto a la dosis recibida por los pacientes en cada uno de los estudios radiográficos ni en los tratamientos en los que se involucran a las radiaciones. De todas maneras, cada uno de esos puntos sería motivo de extensos trabajos por separado, y que necesitarían algunos años en reunir el producto de esas investigaciones para tener datos nacionales, naturalmente hechos con equipo del cual se carece en la actualidad.

RESULTADOS

Desde mi inicio en la práctica de la vida hospitalaria, noté una serie de hechos que se repetían diariamente, y que parecían no interesarle a nadie. Esta serie de hechos, son las que constituyen el grupo de observaciones personales que me hicieron buscar más a fondo una razón para darle base a mi temor, de que algo se hacía con demasiado descuido en nuestros hospitales.

Se presentarán a continuación, todas las situaciones que se encontraron como producto de las observaciones personales sobre el manejo de los aparatos de rayos X, y las demás situaciones en que se involucran a las radiaciones ionizantes:

- 1) Personal de enfermería que diariamente acompaña a los pacientes a las salas de rayos X, para ayudar a sostener a los pacientes en el momento en que se va a tomar la placa o la serie de placas de un estudio radiográfico. Dicha situación se produce con más frecuencia al tratarse de pacientes de poca edad y que no colaboran para brindar la adecuada inmovilidad, necesaria en todo estudio radiográfico.

A este personal de enfermería, no se le proporciona ningún tipo de protección contra las radiaciones.

- 2) Personal de enfermería, que sin participar en sujetar a un paciente, permanece dentro del cuarto de rayos X, al lado del paciente, sosteniendo o cuidando algún equipo

que se ha llevado a dicha sala. En algunas ocasiones, pueden resguardarse detrás del cancel plomado.

- 3) Practicantes externos e internos que llegan a la sala de rayos X, para inyectar algún medio de contraste a un paciente en el que se necesita permanecer a su lado durante el momento del disparo, por ejemplo: en pielografía retrógrada, en cistogramas, en arteriografías, etc. En muchas oportunidades, no se han protegido ni siquiera con un delantal plomado por varias razones como: que no creen que sea necesario protegerse, que no existan delantales plomados o que no sean suficientes.
- 4) Familiares o amigos que acompañan al paciente a la sala de rayos X para sostenerlos durante el exámen.
- 5) Pacientes que por razones de ahorro de tiempo, hacen una fila de espera de turno, con el torax ya descubierto, para que se les practique un exámen de torax, al lado o en el mismo cuarto en que se hacen los estudios.
- 6) Mujeres embarazadas, incluyendo enfermeras o familiares que ayudan a inmovilizar a un paciente en el momento del exámen, y que reciben radiación dispersa del rayo del aparato.
- 7) Estudios radiográficos de áreas limitadas, sin protegerle las gónadas a los pacientes, por ejemplo en las radiogra-

fías de torax.

- 8) Protección inadecuada de la sala de rayos X y mala disposición del chasis que sujeta las placas para los estudios de torax, por ejemplo: el que se coloque delante de una ventana o una puerta de madera, detrás de las cuales hay o pasan personas.
- 9) Falta de adecuadas salas de implantes de cobalto o de radium, ya que las examinadas no ofrecen la protección adecuada, siendo mayor el tiempo de exposición a la radiación para el médico y el personal de enfermería.
- 10) Falta de salas adecuadas para encamamiento de pacientes, a los que se les han hecho implantes de materiales radio activos. Las camas se encuentran dentro de la sala de encamamiento común, muy próximas entre sí, y repartiendo radiaciones que reciben innecesariamente los demás pacientes, el personal de enfermería, los médicos y aún los familiares que permanecen hasta dos horas con el paciente en cuestión, en los días de visita.
- 11) Falta de protección en ciertas paredes donde hay equipos de Radioterapia Profunda trabajando, existiendo ventanas de madera y vidrios hacia corredores donde pasan continuamente personal del Hospital, generalmente el mismo personal de enfermería o practicantes transitan por el mismo corredor

en donde se está aplicando radiación a pacientes en cuarto sin la debida protección de plomo o concreto en las paredes.

- 12) Exceso de exámenes radiográficos innecesarios, pedidos sin bases que ameriten efectuar dichos estudios.
 - 13) Técnicos de rayos X o de radioterapia, que además de tener el trabajo hospitalario, trabajan en algunas clínicas privadas, sin gozar de rotaciones programadas ni de períodos de vacaciones lógicos. Además, faltos de cualquier tipo de dispositivo de registro de la dosis semanal o mensual, de las radiaciones a que están expuestos, aunque en menor grado, por no estar en el trayecto directo de los rayos.
 - 14) Exámenes radiográficos que se practican en mujeres embarazadas por: no haber preguntado o sospechado que lo estaban, y por descuido al saberlo y no protegerles la región abdominal en caso de radiografías de tórax o de radiografías dentales. En otros casos, exámenes radiográficos que bien pudieran haber esperado para hacerse después del parto, por no ser de urgencia, o en todo caso esperar a que sea el último trimestre de embarazo para no irradiar a un embrión ó a un feto inmaduros.
- Técnicas y auxiliares de enfermería empleadas en los Servicios de rayos X o de Radioterapia, sin ningún entrenamiento, con desconocimiento absoluto de lo que es la protección Radiológica y de los cuidados que deben de tener para ellos mismos o para los

pacientes, como es natural cometen errores por su desconocimiento, incluso permanecen a inmediaciones de Cápsulas de Radium o de Cobalto durante períodos innecesarios, recibiendo radiación que pasa de los límites de tolerancia.

- 15) Todos los defectos anteriormente mencionados, no suceden de igual manera en todos los hospitales, pero se puede decir que casi todos tienen alguno de ellos.

Como se demostrará en el apéndice de este trabajo, hay personas que no teniendo nada que ver con las radiaciones, las han recibido por no haber salas adecuadas de trabajo en rayos X ni con los materiales radioactivos o los equipos de radioterapia.

En resumen, hay exposición excesiva, imprudente e innecesaria en el personal de enfermería, en los pacientes, en los médicos, en los familiares de los pacientes, y en personas ajenas al uso de las radiaciones. Todo ello ha sucedido sin que parezca preocuparle a nadie por más jerarquía que tengan en nuestro medio.

De todas esas personas que se exponen innecesaria e inadecuadamente a las radiaciones, hay razón para que se tomen medidas para evitar que siga sucediendo, razón que se deriva toda de los efectos de las radiaciones ionizantes que se explicarán según se desarrolle el trabajo.

Es un hecho que los médicos que ocasionalmente trabajan con rayos X, tienen un concepto, por lo que respecta al riesgo, totalmente distinto que tiene el médico del radiólogo como especia-

lista.

Estos médicos son los que necesitan conocer los medios de protección (83) o dejar ese trabajo a los Radiólogos.

CARACTERISTICAS DE LOS RAYOS X.

Como propiedades esenciales de los rayos X, Röntgen hizo resaltar:

- 1) Que todos los cuerpos eran más o menos permeables a las nuevas radiaciones, existiendo, sin embargo, grandes diferencias entre ellos, en lo que respecta a la absorción de esta energía.
- 2) Que la intensidad de la radiación disminuye en razón el cuadrado de la distancia al punto de origen.
- 3) Que los rayos X producen fluorescencia si inciden sobre sustancias fotoluminiscentes, como, por ejemplo, una pantalla de papel, embadurnada con platinocianuro de bario.
- 4) De ennegrecer emulsiones fotográficas que contengan cloruro de plata, y
- 5) Que se propagan en línea recta, no sufren fenómenos de re

flexión ni refracción y no son desviados por un campo magnético o por un campo eléctrico (12).

Es importante considerar las radiaciones secundarias.

Los rayos X no son el único tipo de radiaciones que existen, pero se mencionaron previamente las características de los mismos enunciadas por Roentgen, porque fueron las primeras radiaciones artificiales estudiadas.

Estas propiedades también se encontraron poco después en algunos elementos de la naturaleza; así:

- 1) En 1896 el descubridor de la radiactividad, el físico y premio Nobel, Henry A. Becquerel, las descubrió en el uranio.
- 2) En 1898 el matrimonio y premio Nobel, Pierre Curie y Marie Curie Slodowska las halló en el torio, el polonio y radio.
(12).

Conviene por lo tanto enumerar las principales tipos de Radiaciones Ionizantes:

- 1) El electrón de alta energía: masa 1; carga eléctrica negativa.
- 2) El protón: masa 1836; carga eléctrica positiva.
- 3) El neutrón: Masa 1839, carece de carga.
- 4) El deuterón: consta de un protón y un neutrón; por lo tanto, su masa es casi el doble de la del protón, en cifras exactas 3671; está dotado de carga positiva.
- 5) Rayos alfa: partículas de carga positiva (núcleos de Helio), teniendo dos protones y dos neutrones; por consiguiente, tiene una

masa de cerca de cuatro veces mayor que la del protón, y exactamente 7296; posee una doble carga eléctrica positiva. Producen densa ionización en la materia, pero su alcance y penetración es pequeño, generalmente inferior a 0.1 mm en el agua y en tejidos vivos.

- 6) Rayos beta: son electrones emitidos por núcleos de ciertos elementos radioactivos. También producen ionización en la materia que atraviesan. Su alcance es mayor que los rayos alfa. Su penetración es de más o menos dos cm en el agua y los tejidos vivos y no hay uno que exceda ocho centímetros.
- 7) Rayos Gama: son radiaciones electromagnéticas emitidas por algunos elementos radioactivos. Los rayos gama ionizan la materia in directamente mediante la expulsión de electrones de alta velocidad del material en que son absorbidas. Atraviesan cualquier espesor de materia con intensidad progresivamente decreciente.
- 8) Rayos X: también son radiaciones electromagnéticas e interaccionan con la materia y producen efectos biológicos de la misma manera que los rayos gama en que su emisión, en lugar de ser nuclear es extranuclear.

En la práctica, los rayos X se producen de ordinario por frenado de electrones de alta velocidad en el ánodo de un tubo de rayos X.

- 9) Rayos cósmicos: llegan a la tierra desde el espacio ultra terrestre; consisten en un complejo grupo de partículas pesadas dotadas

de diferente energía y de origen galácteo o solar (radiación cósmica primaria).

La fracción de alta energía de la radiación primaria interacciona con átomos presentes en la alta atmósfera y origina una radiación cósmica secundaria compuesta de partículas y radiaciones electromagnéticas (25).

Todas las anteriores son diversos tipos de radiaciones ionizantes, porque producen ionización en los átomos que forman la materia. Conviene recordar nuevamente que es la ionización:

IONIZACIÓN: cuando un electrón es desplazado de una órbita de su átomo, entonces ha ocurrido la ionización del átomo; y la carga del átomo se ha vuelto positiva. Si el electrón negativo se agrega a un átomo de carga neutra, el segundo átomo se volverá eléctricamente negativo. (39) formándose por lo tanto iones positivos o negativos según el caso.

Como se expresó al inicio del trabajo, la mayoría de las radiaciones ionizantes usadas en Guatemala, se derivan del uso de los aparatos de rayos X, de tal manera que es a ellos a los que dispensaremos nuestra atención.

Röntgen mencionó algunas de las características de los rayos X, posteriormente se siguieron encontrando otras debido, a que dichos rayos se utilizaron en toda clase de materiales, animales, gases y toda idea en que se pudieran emplear para hacer experimentos. Posiblemente nadie ha podido limitar las características de los ra-

yos X, ya que se sigue buscando otras.

Se puede decir que los rayos X tienen muchas características incluyendo:

- 1) Biológicas: causan en los tejidos actuaciones celulares destructivas, tales como:
 - a) descamación
 - b) esterilidad
 - c) depilación
 - e) eritema
 - f) aberraciones cromosómicas, etc.
- 2) Físicas:
 - a) Penetran todas las materias en grados variables.
 - b) Velar las películas.
 - c) Efecto fotográfico.
 - d) Activar un contador Geiger o un oscilómetro por ionización.
- 3) Químicas: propiedad de:
 - a) Hacer cambiar de color ciertos pigmentos
 - b) Liberar ciertos gases de sus componentes
 - c) Liberación del yodo de las soluciones de yodoformo en cloroformo.
 - d) Dislocación de algunas sales alcalinas. (39)

En 1950, la Comisión Internacional en Protección Radiológica hizo una lista de los efectos de los rayos X para observarlos:

- 1) Daño superficial.

- 2) Efectos generales en el cuerpo, particularmente en los órganos formadores de sangre por ejemplo: producción de anemia aplásica y leucemia.
- 3) Inducción de tumores malignos
- 4) Otros efectos deletéreos, incluyendo cataratas, obesidad, disminución de la fertilidad, reducción del promedio de vida.
- 5) Efectos genéticos. (52)

De los anteriores se puede hacer un resumen de que hay tres categorías mayores de daño por radiación:

- 1) Directa: destrucción local o atrofia por exposición severa.
- 2) Aumento de la incidencia de leucemia u otros tumores malignos por la radiación a que se expone el cuerpo entero.
- 3) Producción de mutaciones indeseables en las células reproductivas como resultado de absorción acumulativa de radiación en las gónadas. (40)

Conviene hacer notar que el hombre siempre ha estado expuesto a alguna radiación; y desde los orígenes del mismo, estuvo expuesto a la radiación por fuentes naturales. A esto se ha agregado ahora, como resultado de los descubrimientos modernos y las aplicaciones de la radiación ionizante y radioactividad, cierta forma de radiación artificial.

Antes de dar detalles sobre dosis de radiaciones recibidas, es necesario aclarar algunos de los términos que se usan para denominar a las unidades y dosis de radiación:

- 1) Ergio: unidad de energía capaz de ejercer una fuerza de una dina

en la distancia de 1 centímetro.

- 2) Röntgen: es la unidad de dosis incidente de radiación X o gama tal que la emisión corpuscular asociada por 0.001293 gramos de aire produce, en el aire, iones portadores de una cantidad de electricidad más o menos igual a la unidad electrostática. (25)
- 3) Rad: es la unidad de dosis absorbida, igual a 100 ergios por gramo. (59)
- 4) Rem: dosis de radiación ionizante absorbida cuya eficacia biológica es igual a la de un Rad de rayos X. (59)

Estos términos se manejarán al hablar de las dosis de radiación natural y artificial a las que está expuesto el hombre.

La radiación natural es debida a:

- 1) Radiación cósmica
- 2) Medio ambiente: radiaciones gama por substancias radioactivas presentes localmente en la tierra, rocas o materiales de construcción y productos de desintegración del radón en el aire.
- 3) Radiaciones emitidas por radioelementos naturales como el potasio 40, radium, radón, carbono 14, los cuales son incorporados al cuerpo.

La cantidad de esta radiación natural varía con el lugar, pero se ha estimado que usualmente se reparten 70 y 170 mili-rem por año a las gónadas. De este total, la mayor contribución es cerca de:

45% por radiación gama local

CUADRO No. 1

DOSIS ANUAL DE FUENTES DE RADIACION (4)

Fuente	Dosis Gonadal (mrem)	Dosis osteocito (mrem)	Dosis médula ósea
EXTERNA			
Rayos Cósmicos	28	28	28
Radiación terrestre	47	47	47
Radiación atmosférica	2	2	2
INTERNA			
K 40	19	11	11
C 14	1.6	1.6	1.6
Rn- Tn	2	-	2
Ra	-	38	0.5
Totales Aproximados	100	130	95

NOTA: En ciertos lugares los valores son 10 veces más altos que las dosis dadas.

30% por rayos cósmicos

20% por el potasio 40 del cuerpo. (78)

Para datos de dosis anual de fuentes de radiación natural, ver el cuadro número 1.

La radiación artificial se deriva de:

- 1) Contaminación del medio ambiente, atmósfera, o el agua por desperdicios radioactivos de las industrias atómicas, o por usos de radio elementos.
- 2) Precipitación radioactiva, a mayor o menor distancia de la fuente, o radioactividad resultante de la explosión de aparatos nucleares.
- 3) Exposición profesional de ciertos grupos de trabajadores: practicantes, médicos, radiólogos, dentistas, enfermeras, trabajadores en energía atómica, mineros de uranio y torio, y el uso científico o industrial de generadores de radiación o isótopos radioactivos.
- 4) El uso médico de rayos X, otras radiaciones ionizantes y radio elementos en la detección, diagnóstico, investigación y tratamiento de enfermedades humanas.
- 5) El uso de ciertos aparatos que emiten radiación, tales como los receptores de televisión, relojes con crátulas luminosas y generadores de rayos X usados con propósito de ajustar zapatos. (78)

Para datos de dosis anual de fuentes creadas por el hombre, ver el cuadro número 2.

La gran diferencia entre la radiación médica y la de fuentes naturales es que la última irradia el total del cuerpo humano en una forma general. El radiodiagnóstico o los tratamientos radio-terapéuticos tocan solo una parte del cuerpo, aún cuando se usen como radio isótopos como el yodo ^{131}I o el Oro ^{198}Au . (4)

En algunos países la mayor radiación gonadal en la población es debida a procedimientos de radiodiagnóstico; en ciertas circunstancias la cantidad por esta fuente iguala a aquella de fuentes naturales. (78) (51)

Muchos autores hacen notar que la cantidad que la radiación por fuentes médicas es igual o mayor que la radiación por fuentes naturales, algunos inicialmente estimaron cantidades más bajas, pero no hay un acuerdo general según se verá en los datos que aportan los diferentes autores:

En 1952 R. W. Stanford, S. B. Osborne y A. Howard, reportaron los resultados de una investigación piloto en las dosis recibidas en las gónadas en la población de Inglaterra por procedimientos diagnósticos. Estimaron que la dosis de esta fuente era cerca del 5% de la recibida por radiaciones naturales. (80)

En Norte América Billings, A. Norman y M. Greenfield obtuvieron resultados similares (6). Igualmente sucedió en Australia con J. H. Martin en 1955. (48)

Estos resultados parecían estar en un límite lo suficientemente bajo para no prestarle importancia.

CUADRO No. 2

DOSIS ANUAL POR FUENTES CREADAS POR EL HOMBRE (4)

Fuente	mrem Dosis genética significativa.	mrem Dosis percápita en médula ósea.
MEDICA (exposición de pacientes)		
a) Diagnóstico	20 - 150	debajo de 100
b) Terapia	1 - 30	no estudiada
c) Interna	menos de 1	menos de 10
OCUPACIONAL	menos de 2	1 - 3

Dosis gonadal por la televisión en el hogar (8): es inferior a 1 mrem por año.

No fué sino hasta la publicación del Medical Research Council titulado "Peligros para el hombre por radiaciones Nucleares y alias das" (49), en que se mostró la existencia de evidencias para hacer notar que las estimaciones previas eran muy bajas. Apareció que los procedimientos diagnósticos contribuyen con una dosis equivalente por lo menos al 22% de la dada por radiación natural arriba de los 30 años.

Se ha sugerido que estas estimaciones son muy bajas según el Comité Científico de las Naciones Unidas (24) en 1957 al igual que autores como J.S. Laughlin, I. Pullman (43) y G. M. Ardran (2). Aseguraron que en la práctica probablemente se recibía una dosis del 100% o más. Nuevos reportes como los de Australia por J. H. Martin (48), Suiza y Estados Unidos, indicaron que estimaciones del 100% o más no eran irreales.

La importancia de determinar la cantidad de radiaciones recibidas por el hombre se ha manifestado por la creciente investigación que se hace al respecto; así, estudios hechos en Inglaterra por T.C. Carter (11), ha hecho una estimación de los defectos gené ticos que pueden ocurrir en esa nación, basado en los siguientes datos:

- 1) Que la incidencia en la población, de condiciones debidas a los genes mutantes simples, es similar a la descrita por Steven son para Irlanda del Norte.
- 2) Que la dosis "doblante" para el hombre puede asumirse de que es

de 100 rem.

- 3) Que los tipos de mutación producidos por la radiación son similares a los que ocurren naturalmente, e independientes de la proporción de la dosis.

Usando esta información, es posible calcular que para el promedio de la proporción de la dosis para la población de 0.1 rem por año (aproximadamente igual a la radiación del medio), producirá unos 600 defectos menores y 300 mayores por año. Carter señaló también que para poder demostrar un aumento de defectos genéticos en la población, debieran haber cerca de 10,000 casos por años en Inglaterra. Estas conclusiones probablemente son inexactas, pero por lo que implican no pueden ignorarse.

La importancia de saber que hay preocupación mundial por conocer los efectos de las radiaciones ionizantes radica en los reportes de todos los investigadores. Posteriormente se analizarán otros aspectos del mismo problema, pero para comprender realmente su importancia, es necesario hacer varios recordatorios que se expondrán seguidamente; exponiéndose algunos ASPECTOS BIOLOGICOS:

- 1) Que los organismos se componen de células que se diferencian durante el desarrollo embrionario, en tejidos, cada uno de ellos con una función especializada; distintos tejidos pueden combinarse para formar unidades, sistema y órganos funcionales y morfológicos específicos.

- 2) La mayoría de las células tienen un núcleo discernible rodeado de protoplasma. Tanto el núcleo como el protoplasma tienen una composición sumamente compleja; tienen un total aproximado de 70% de agua.
- 3) Durante la división, el núcleo da los cromosomas.
- 4) Los factores hereditarios, los genes, están dispuestos en líneas a lo largo de los cromosomas.
- 5) Estos consisten esencialmente en ácido desoxiribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico (RNA) asociados a proteínas con las que forman nucleoproteínas.

Se cree que el DNA es el componente esencial de los genes, y que el RNA transmite la información del DNA nuclear a las estructuras citoplasmicas. Entre estos, las mitocondrias y ribosomas, principalmente constituidos por proteínas y nucleoproteínas, son el sitio de intensa actividad metabólica. Su acción integrada es una condición indispensable para el funcionamiento normal de las células.

- 6) Las características heredadas de las células y organismos son determinadas por los genes. Estos se caracterizan por una estabilidad intrínseca que asegura que en cada duplicación se produzcan dos genes idénticos. (25)

Se comprende que el organismo humano está formado por miles de millones de células, y que los componentes de cada una de ellas sumarían unidades inimaginables; si alguno de esos componen-

tes se altera porque simplemente una división en los genes fué imperfecta, cosa que puede suceder espontáneamente, de ellos derivarán anomalías que pueden ser observables. Estas anomalías o cambios se denominan MUTACIONES GENETICAS, y su frecuencia puede aumentar por la influencia de agentes químicos y físicos, figurando las radiaciones ionizantes entre los agentes mutagenéticos más estudiados. Puede haber también MUTACIONES CROMOSOMICAS.

Es importante hacer una distinción entre las células germinativas y las células somáticas, ya que las lesiones sufridas por las células somáticas se limitan al individuo, en tanto que las que afectan a las células germinativas pueden transmitirse a las generaciones siguientes y producir por lo tanto efectos HEREDITARIOS.

Para comprender con más facilidad el efecto de las radiaciones ionizantes, vamos a imaginar lo que sucede al incidir una radiación ionizante en el agua; que es materia en la que suceden las 3 fases de la acción de las radiaciones:

- 1) Estadio físico: la radiación ha provocado la aparición de moléculas "excitadas", en las cuales ha sido alterado el movimiento orbital de los electrones, otras han sido ionizadas. Estas moléculas forman productos primarios.
- 2) Estadio físicoquímico: los productos primarios han experimentado otras reacciones: muchas moléculas de agua han sufrido una escisión, han aparecido átomos libres de hidrógeno y oxhidrilos

(radicales formados por un átomo de hidrógeno y uno de oxígeno).

3) Estadio químico: una parte de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos se han juntado volviendo a formar moléculas normales de agua; otros átomos de hidrógeno se han enlazado entre sí para formar hidrógeno molecular; algunos oxhidrilos se han juntado también entre sí formando moléculas de agua oxigenada.

Si recordamos que el agua constituye alrededor del 70% de la masa de las células, comprenderemos la importancia de los efectos de las radiaciones ionizantes.

La evidencia de mutaciones genéticas se basa en trabajos extensos en animales, plantas y dejan poca duda de que estas mutaciones ocurren en el hombre y es probable que no haya un umbral debajo del cual no ocurran, sin embargo la respuesta posiblemente no es lineal. (50)

Aparte de los accidentes por radiación (101), existe el peligro potencial de producir mutaciones y otras aberraciones cromosómicas por el uso de rayos X con fines diagnósticos; la irradiación de las gonadas del paciente resultarán como mutaciones genéticas que pueden afectar las generaciones futuras (49).

La primera evidencia de que la radiología diagnóstica puede asociarse como una de las causas del aumento de la leucemia fué presentado por A. Stewart, W. Pennybacker y R. Barber en 1962 (82).

Entre los médicos que hicieron su práctica antes de 1921 en Inglaterra, hubo una elevada incidencia y mortalidad por: Cancer

de la piel, tumores del páncreas y un pequeño aumento en la mortalidad por leucemias. (14). El promedio de edad de la muerte en los radiólogos de los Estados Unidos en el pasado era más joven que en otros médicos; en años recientes un reporte de S. Warren dió que era de 5 años menor que en otros médicos (95). Desde 1935 esta evidencia de acortamiento de la vida ha bajado desde 1945, y desaparecido en 1960. (97). Esta leucemia aunque excesiva entre radiólogos, ocurre raramente y aparentemente después de un número de años de exposición ocupacional.

En Guatemala el único estudio reportado en un trabajo de tesis respecto a las causas de mortalidad en los médicos, fué hecho por el Dr. Joel Enrique Maldonado Ordóñez (47); en dicho estudio hay un cuadro explicatorio de las causas de mortalidad con los promedios siguientes:

- 1) 53% Cardíacas
- 2) 14% Renales
- 3) 13% Accidentes
- 4) 11% Cancer
- 5) 8% Infecciones
- 6) 1% Otras.

En el 11% de los canceres los más frecuentes fueron:

- 1) Carcinoma gástrico
- 2) Carcinoma pancreático

- 3) Carcinomatosis peritoneal
- 4) Carcinoma de vesícula biliar
- 5) Carcinoma de la próstata
- 6) Sarcoma de la vejiga urinaria
- 7) Neoplasia cerebral.

No especifica la especialidad de los médicos, pero concluye en que el promedio de vida no es más bajo que en el resto de la población, y el resultado obtenido fué de 60 años; el promedio de años que vivieron después de su graduación fué de 40 años, difícil de valorar el tiempo en el ejercicio de su profesión, que a su consideración es de 30 años.

Otra evidencia de incidencia de leucemia por uso de radiaciones con rayos X lo presentaron W.M. Court Brown y R. Doll en 1957 (13) al hacer un estudio sobre pacientes tratados por espondilitis anquilosante. Después de haberse observado las causas de muerte en los radiólogos y en los sobrevivientes del Japón después de los bombardeos atómicos, parece existir poca duda de que las radiaciones son una de las causas de leucemia en el hombre.

La incidencia de leucemia es cerca de 5 por 10.000 y se estima de que es 2 o 3 veces más común de como fué 20 o 30 años antes según L. H. Witts (100).

En una tesis sobre leucemias hecha en Guatemala por el Dr. Fernando Sarti (75), no se mencionan a las radiaciones como posible causa de las mismas.

La radiología diagnóstica fué presentada como una de las causas de aumento de leucemia en un estudio de A. Stewart, W. Pennybacker y R. Barber (82). Ellos llevaron un buen examen retrospectivo y bien controlado de leucemia y linfosarcoma diagnosticado en adultos que estuvieron en el hospital en 1958-60. Consideraron que la exposición envolviendo el tronco era responsable del 8% de leucemias y más allá del 3.6% debida a terapéutica con rayos X.

Otros estudios como el de T.C. Carter (11) que reporta el estudio del Comité Adrian en Inglaterra, ha llegado a la conclusión de que la continuación indefinida de radiografías en miniatura en masa, al promedio presente de cerca de 4 millones de exámenes de rayos X en masa por año pueden producir anualmente por lo menos 20 casos adicionales de leucemia a la incidencia anual de todos los casos de cerca de 2,500, pero que por otro lado pueden no producir ninguno. El tercer reporte del Comité Adrian de la dosis integral y la dosis de la médula ósea se espera con gran interés.

La irradiación fetal puede producir leucemia según estudios de otros autores como los de A. Stewart, y colaboradores (81), irradiación dada a los fetos de madres que recibieron radiación abdominal durante el embarazo.

Otros autores han confirmado las mismas observaciones como D. Ford, J.C.S. Patterson y W.L. Treuting (28), y otros han negado como Court Brown y Doll en 1960 (15), que a su vez B. Mac Mahon (46)

en un estudio más grande ha refutado los resultados de Court Brown, y ha confirmado el trabajo de Stewart.

W.L. Russell (69) y L.B. Russell (68), mostraron que en ratones experimentales, dosis de 25 r o más, producen cambios demostrables en los fetos si se irradian durante el período de mayor organogénesis. Ellos aconsejan que las radiografías de pelvis en las mujeres deben restringirse a la quincena post menstrual, para evitar la posibilidad de un embarazo insospechado.

Experimentalmente se ha demostrado que cubriendo una porción del cuerpo se reduce grandemente el chance de desarrollar leucemia. El feto completo no debe irradiarse a menos que sea necesario.

Hay evidencia que sugiere un aumento del carcinoma del tiroides en pacientes que recibieron irradiación terapéutica del timo en su infancia (49).

El 99% del problema es el de los usos médicos de la radiación. Muchos han hablado y discutido en contra de las pruebas nucleares por el riesgo de la contaminación alrededor del mundo diciendo que la radiación médica es útil y la otra no. En parte están equivocados porque no todos son útiles. Algunos son inútiles hechos rutinariamente o porque los pide un paciente (55).

En el cuadro número 3 se anotan las dosis en miliroentgens recibidas por las gónadas en algunos estudios radiográficos.

Se sugiere que el 85% de la dosis genética en la población está asociada con cerca de media docena de exámenes donde las góna-

das están en el rayo directo:

- 1) Espina lumbar
- 2) Pélvis
- 3) Exámenes de cadera
- 4) Pielografías
- 5) Exámenes obstétricos.

El 15% restante lo dan conjuntamente los exámenes de:

- 1) Tórax
- 2) Extremidades
- 3) Comida de bario
- 4) Cráneo
- 5) Senos. (38)

Hay factores que influyen la dosis gonadal:

- 1) Colocación de la protección
- 2) Sexo del sujeto
- 3) Tipo de posición (postero-anterior, antero-posterior)
- 4) Tipo de examen diagnóstico (Rx o fluoroscopia) (58).

La mayor preocupación es la referente a la irradiación en las gónadas por existir la posibilidad de dañar a las generaciones futuras, (49) así como también la posibilidad de producir cambios demostrables en el feto si la irradiación es durante el período de mayor organogénesis. (68) (69).

El número de mutaciones producidas es directamente proporcio-

CUADRO No. 3

Irrradiación de las gónadas en las exploraciones radiológicas expresadas en mr. (Según Stanford y Vance, Londres) en (12)

Exploración radiológica	KV	mAs	Dosis por film.	
			Hombre	Mujer
Cráneo	65	125	0.2	0.05
Tórax frontal.....	68	---	0.36	0.06
Planigrafía pulmón.....	62	50	0.25	0.15
Columna dorsal frontal.	62	200	8	11
Columna dorsal perfil..	68	200	13	2.1
Columna lumbar frontal.	68	200	24	227
Columna lumbar perfil..	72	500	26.6	86
Columna lumbar frontal.	120	20	6	40
Columna lumbar perfil..	120	60	7	16
Pélvis frontal.....	65	100	1100	210
Abdómen frontal.....	72	100	69	200
Cadera frontal.....	68	200	710	210
Urografía.....	72	100	69	200
Colecistografía.....	70	175	0.6	5.2
Pierna.....	67	25	3	0.55
Estómago con papilla...	70	360	20	9
Enema opaco.....	70	360	40	20

Nota: Hay que aclarar que estos valores no son los mismos en todos los países; en algunos son mucho más bajos en cuanto al uso de Kilovotaje (KV) y por segundo (mAs), por lo tanto la dosis gonadal es mucho menor.

nal a la dosis gonadal y fuera de la intensidad o lapso de tiempo de exposición. Esto significa que 100 Röentgens dados en un sitio tiene el mismo efecto genético de la misma dosis dada en pequeñas cantidades a través de un largo período de tiempo (16).

El Comité de efectos genéticos de la radiación atómica de la Academia Nacional de Ciencias, ha estimado que una dosis total de 30 a 80 röntgens a las gónadas de una población entera podría requerirse para doblar el promedio de mutaciones existentes (57).

En 1949 se dió como Dosis permisible o sea: la dosis máxima total a la cual se permite exponer cualquier parte del cuerpo de una persona a la que se exponga continua o intermitentemente en un tiempo dado. Se anotó que debíase de 300 miliroentgens por semana. En la base de 48 horas por semana de exposición uniforme. (23). La dosis ha sido disminuída gradualmente a través de los años al nivel corriente permisible semanalmente de radiación para todo el cuerpo de 100 miliroentgens por semana para trabajadores para los cuales la radiación es un peligro ocupacional (44).

hay fractura.

3) Por daño sospechado solo por mera compensación o por citación.

Se expusieron algunas de las evidencias referentes al daño

que pueden producir las radiaciones; algunas investigaciones han

fallado en tratar de demostrarlos y otras han encontrado asociación

nes evidentes. Otros han dicho que el uso cuidadoso de la radia-

ción por médicos calificados de los riesgos de daño somático y

DISCUSION

Antes de que aparecieran las radiaciones ionizantes para usarlas con fines diagnósticos, el médico se basaba exclusivamente en sus conocimientos, en la historia clínica, en los hallazgos del examen físico, en el uso de instrumentos de observación directa como oftalmoscopios y otros para exámenes endoscópicos, además de ayudarse en los exámenes de laboratorio para llegar a un diagnóstico. En la actualidad disponemos de las radiaciones ionizantes, y de ellas, los rayos X han aportado uno de los medios más difundidos y útiles, pero así mismo se ha abusado de su uso, ya que en muchas ocasiones son innecesarios pues se les han asignado usos fútiles o estériles como dice Theodore D. Scurlestis (76):

- 1) Para localizar un cuerpo extraño cuando la historia revela que el cuerpo es una sustancia plástica y que no se verá a los rayos X.
- 2) Para evaluar un posible daño ortopédico cuando una historia cuidadosa y un examen físico no dan evidencia para sostener que hay fractura.
- 3) Por daño sospechado solo por mera compensación o por obligación.

Se expusieron algunas de las evidencias referentes al daño que pueden producir las radiaciones; algunas investigaciones han fallado en tratar de demostrarlos y otras han encontrado asociaciones evidentes. Otros han dicho que el uso cuidadoso de la radiación por médicos calificados deja poco riesgo de daño somático y

especialmente genético (27).

El uso cuidadoso de la radiación no es precisamente lo que sucede en Guatemala, y por eso insisto en que el problema que en otros países ya han abordado, en el nuestro ni siquiera se había puesto en evidencia.

Como bien dicen M. Tubiana y colaboradores (89), se deben abolir los exámenes sistemáticos de radiografía y fluoroscopia, y que sólo deben usarse por indicación médica precisa.

A propósito de exámenes rutinarios, en una publicación de Gerenz y colaboradores (31), anotan que en un examen internacional hecho en 1958, con el comité de la lucha antituberculosa y con información reunida de Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Inglaterra, Japón, Holanda, Rumanía, Suiza y España, referente a dosificaciones de radiación en investigaciones de tuberculosis. Encontraron que en estos países con el equipo y técnicas en uso en ese tiempo, la radiografía necesitaba una dosis de radiación de 200-640 mr medida en la superficie dorsal del tórax, mientras que exámenes fluoroscópicos requieren dosis desde 700 mr a 15 r de acuerdo a la técnica empleada. Esos exámenes fluoroscópicos exponen al individuo a más radiación somática y gonadal, y se sugiere, de que deben eliminarse de los programas anti-tuberculosos.

En otro estudio B. W. Windeyer (99), revisa los avances recientes en radiodiagnóstico, radioterapia, y en investigación radiobiológica con referencia a las preguntas sin responder concerniente

al posible efecto detrimento para la población humana para la exposición a la radiación de bajo nivel. Se examina la evidencia de efectos leucemogénéticos y carcinogénéticos por la radiación en humanos. Se concluye que dosis grandes de radiación dada en un corto tiempo, pueden causar un aumento en la incidencia de cancer y leucemia, pero no se sabe cual es la dosis, a través del tiempo largo que puede causar tal aumento de incidencia, y se sabe menos si dosis pequeñas, dadas por largos períodos de tiempo, pueden tener efecto dañino. Se recomienda por ello bajar la exposición a la radiación.

El problema mayor lo dá la encarecida sensibilidad de las células fetales en desarrollo a la radiación, por eso George E. Brown (10) dice que aquellos que usan rayos X tomen precauciones especiales o poco usuales a veces, especialmente desde que la radiación del ambiente ha ido aumentando en años recientes; que los médicos y radiólogos bajen esta exposición artificial.

Este esfuerzo para prevenir o reducir la exposición innecesaria a la radiación lo hace notar Donald R. Chadwick (17) para que los practicantes de medicina, dentistas y salud pública hagan lo posible para practicarlo. Aunque muchas veces pudiera parecer insignificante la dosis recibida, J. Remy y H. Chéradann (66) dicen que una exposición radiográfica al año ocasiona una dosis gonadal igual a un 150o. de la radioactividad natural, y que, por lo tanto el riesgo somático y genético de un simple

examen es mínimo. Recomiendan además que el número de radioscopías debiera reducirse al mínimo; así cuando se hacen radiografías con un máximo de protección, tiene riesgos insignificantes en comparación con su valor diagnóstico. Agregan que en 1962 el examen de 58,000 sujetos condujo a descubrir 225 casos de tuberculosis, o sea un porcentaje de 0.387%. Así mismo A. C. Glendining (32), dice que si se observaran generalmente todas las recomendaciones, se quitaría mucho del peligro de la radiación.

De todas maneras, en Guatemala no se hace ese mínimo de radiografías necesarias, ya que lo que se hace es un máximo de las mismas. El mínimo si se hace cuando hay control por Radiólogos. De acuerdo con Karl Z. Morgan (54), la exposición por el uso de procedimientos médicos por rayos X puede exceder seriamente los niveles de tolerancia. Igualmente concluye S.B. Osborn (61) en decir que los peligros más grandes para la población es la irradiación de pacientes durante la radiología médica.

En 1927, H. J. Muller demostró que la exposición de células germinales a los rayos X resultaba en cambios en el material hereditario (64).

En la especie humana, los efectos genéticos son muy difíciles de evaluar, ya que en ella no se pueden hacer experimentos. La frecuencia de mutaciones espontáneas se desconocen. Las condiciones sociales interfieren con los fenómenos biológicos; el cuidado médico mantiene vivos a individuos que se reproducirán y

que transmitirán genes deletéreos que de otra manera habrían sido eliminados. (4)

Uno debe partir de principios generales, de resultados en animales de experimentación de los cuales no se pueden transferir exactamente al hombre, así como las reacciones genéticas a la radiación ionizante en el ratón son diferentes a los de la *Drosophila*. (70) (71)

M.M Elkind (21) dice que hay un número de sistemas in vivo que permiten interpretaciones cuantitativas basadas en supervivencia celular, ya que los numerosos resultados de estos experimentos son muy similares a los obtenidos con células crecidas en cultivos. Principalmente se hicieron observaciones de experimentos in vitro. En el experimento se usó médula ósea y las curvas obtenidas fueron similares a otros sistemas. Las células dañadas pueden recobrase y repoblar la médula; esto sucede si se recobran más que las que se mueren.

Las medidas físicas deben correlacionarse con los posibles efectos biológicos. Por ejemplo, durante una fluoroscopia de tórax, si el resto del cuerpo ha sido bien protegido, las gónadas no se irradian y el peligro genético es cero. Pero una gran parte de la médula roja activa en costillas, esternón, vértebras, se exponen, y la dosis recibida puede contribuir a la inducción de leucemia. (4)

El conocimiento de la dosis recibida por las gónadas no es

suficiente para determinar el peligro genético. Si una gran dosis de rayos X es dada a los ovarios de una mujer menopáusica, no hay peligro genético porque esta mujer no puede tener más hijos. Pero si se hacen radiografías de una mujer embarazada joven, no solo se irradian directamente los ovarios de la madre, sino que las células que darán origen a las células sexuales del feto se irradian y la dosis recibida por estas células puede aumentar la frecuencia de mutaciones, las cuales se volverán visibles en los hijos de este feto.

El posible daño genético resultante por la radiación puede no hacerse aparente sino hasta la tercera o cuarta generaciones después de la exposición. (40)

Los chances de causar malformaciones en el embrión por radiación son más a la semana y media después de la concepción (88). Un estudio de las anomalías que se vieron en niños irradiados in útero dieron que la pigmentación del iris y la presencia de parches cafés en el pelo, los iris heterocromáticos son 10 veces más frecuentes que en los no irradiados (88).

Paul C. J Roth (67) hace algunas reflexiones en el uso de las radiaciones ionizantes en medicina. Hace notar que los efectos ~~da~~ ñinos de la radiación ionizante en la fisiología humana se enfatiza por el aumento de la exposición humana a la radiación en la práctica médica moderna. Ha sido probado que considerando que el citoplasma celular es capaz de resistir radiación intensa seguida

de poco daño, una poca dosis de radiación puede afectar profundamente al núcleo. La crítica se hace por el uso prevalente de los rayos X. Revisa la creciente evidencia de la correlación entre la incidencia de cancer y la exposición a los rayos X. En algunos estudios según Roth (67), un tercio a la mitad de los cánceres de la glándula tiroides se presentó en individuos que recibieron rayos X con propósitos terapéuticos. Tumores malignos se desarrollaron 2 a 45 años siguiendo el uso de rayos X por tratamientos de condiciones benignas como: acné, lupus, verrugas, queloides, forúnculos, tumores benignos de la piel e hirsutismo. Se revisaron los casos de cáncer del pulmón y del hueso entre los trabajadores con radio, los efectos severos producidos en trabajadores empleados en la producción de carátulas luminosas. Hace notar también que entre los isótopos más dañinos al hombre están: el yodo 131 usado en diagnóstico y tratamiento de enfermedades del tiroides, puede producir las siguientes condiciones: disnea, hiperplasia mieloide, leucemia, fibrosis pulmonar, mixedema irreversible. Algunas de estas complicaciones las hace notar el Dr. Luis F. Salguero en su tesis (72) en Guatemala. Roth (67) sigue hablando del yodo radioactivo, y discute el uso del yodo 125 con vida media más corta, para determinar la función tiroidea y la práctica de la tiroidectomía quirúrgica en lugar del yodo 131. También considera la incidencia de tumores de diferentes tipos, exoftalmos maligno y dia-

betis como consecuencia de implantes de Au 198 en la hipófisis.

J. Z Trautman (87) recalca en que las gónadas peligran particularmente en los estudios de pelvis, riñones y abdomen. Insiste en que Hospitales y médicos en la práctica privada deben estar enterados con los problemas de abolir la irradiación excesiva de las gónadas.

Volviendo a tratar el tema del yodo radioactivo, además de las complicaciones ya mencionadas se observaron aberraciones cromosómicas. Dichas anomalías se observaron en cromosomas leucocitarios después de la administración de yodo radioactivo; se pensó que eran transitorias y solo con altas dosis de radiaciones. Sin embargo, se han reportado que ocurren anomalías cromosómicas después de usar cantidades estándar de yodo radioactivo usado para la terapia de hipertiroidismo. Se encontró un aumento en las anomalías cromáticas; más específicamente, anomalías tipificadas por fragmentos cromosómicos acéntricos. Ninguna baja en la incidencia de fragmentos acéntricos ocurrió durante un año de observación (19).

Arthur D. Bloom (7) reporta que se hicieron estudios en cromosomas de leucocitos periféricos de 95 cultivos de sangre de 20 pacientes expuestos a procedimientos diagnósticos de rayos X. Cada sujeto sirvió como su propio testigo pre irradiado, y se obtuvieron de 2 a 7 cultivos después de la irradiación. En cada uno de los 5 pacientes expuestos a dosis entre 12 y 35 r, se observó una

definitiva evidencia de aberraciones inducidas por los rayos X dentro de las 72 horas después de la irradiación.

Entre 8 casos de cateterismo cardíaco, de 4 a 12 r un paciente tenía fragmentos 30 minutos después de la irradiación. No se observaron aberraciones radioinducidas en 6 pacientes expuestos de 20 a 80 mr durante exámenes de rayos X del tórax, y ninguno se encontró en los pacientes estudiados con pielografía intravenosa que fueron expuestos a 3 r. Los efectos positivos fueron en forma de dicéntricos, fragmentos y un simple anillo cromosómico. En 5 de los 6 casos con aberraciones, los efectos desaparecieron a las 2 semanas de la irradiación, en el sexto paciente las anomalías persistieron por 2½ meses. Se presentó evidencia de que este es un efecto directo en el linfocito circulante en el período G de la interfase.

Observaciones accidentales cerca de 1910, revelaron que ciertos tejidos se volvían más resistentes a la radiación cuando el suministro de oxígeno se reduce, por ejemplo: apretando una pieza de madera contra la piel. Los efectos citológicos pueden reducirse considerablemente reduciendo la concentración de oxígeno. (37). El efecto contrario se obtiene saturando de oxígeno los tejidos para volverlos más sensibles a las radiaciones, tal es el caso de usar esta ventaja en la terapa cancericida.

He creído necesario en esta discusión, volver al tema del pe-

ligro que entañan las radiaciones ionizantes para cuando se usan en mujeres embarazadas, para esto mencionaré, por la índole informativa de este trabajo, algunos estudios que se han hecho al respecto en algunos lugares del mundo. Quiero hacer notar también que con estos estudios se analizan algunos de los exámenes más frecuentemente empleados y que abarcan el abdomen de la madre, sus gónadas y además al niño que lleva en su seno; tales exámenes son la pielografía, la pelvimetría con cualquiera de sus indicaciones, exámenes de cadera, y otros exámenes como los de tórax y las fracturas en los miembros.

Se recordará que por la radiosensibilidad del embrión humano, es importante evitar cualquier uso de radiación durante los primeros 4 meses del embarazo tanto como sea posible. Antes de tratar de estudiar con rayos X a una mujer en edad reproductora, se debe considerar la posibilidad de que pueda estar embarazada. Tanto como sea posible la radiación debe usarse solo durante la primera mitad del ciclo menstrual (94). Todo uso terapéutico de irradiación debe evitarse durante el período fetal para prevenir cualquier alteración cromosómica o de mutaciones somáticas, tales como cambios post-cigóticos de características simples o la capacidad de crecimiento total del cuerpo celular por ejemplo: de un efecto de este tipo es la producción de mixedema del tiroides fetal causado por el uso de yodo radioactivo en terapia de mujeres embarazadas (94).

Referente a la urografía en obstetricia, G. Patoir y E. Spy (62), dejan la responsabilidad al obstetra en usarla y hacer la decisión si se justifica por la condición de la paciente. Vuelve a recordar que la urografía durante el embarazo tiene 2 riesgos:

1) la posibilidad de producir cambio genético, 2) efectos somáticos como las malformaciones fetales, reducción del promedio de vida y desórdenes hematológicos como leucemia. Indican que la dosis en la piel da cantidades de 450 a 600 mr y que ésta es rapidamente atenuada por el primer centímetro. La porción anterior del feto absorbe 25% de esa dosis y la posterior recibe cerca de 1 ó 2%.

Con el tema de las pelvimetrías radiológicas, se desató una serie de bandos que la recomiendan y otros que la condenan por ejemplo F.D Sowby (79) relata lo que un autor llamado Rabinowitch propone sugiriendo que se deberían hacer más pelvimetrías como medio de reducir la mortalidad infantil, agrega que por haberse hecho menos pelvimetrías aumentó el número de muertos y se refiere a la baja mortalidad en Holanda y Noruega comparadas con Inglaterra. En contraposición con ésto, le hacen notar que la tasa de mortalidad infantil en estos países no es más baja por el uso extenso de pelvimetrías, porque un reporte reciente del Comité Científico de las Naciones Unidas, indica que los exámenes pelvimétricos son raros si alguna vez se usan en Holanda y más raros en Noruega que en Inglaterra.

Por otro lado Walter J. Hannah (35) estudiando que hay relación entre la exposición a la radiación del feto durante la pelvimetría y sus posibles efectos deletéreos, se hizo una tentativa para ver el valor de este procedimiento en un análisis de 300 casos. Se usó un criterio muy interesante para hacer esta evaluación; tomó en cuenta que la mayoría de los obstetras han sentido que cualquier peligro a la madre y al feto resultado por el uso de la pelvimetría se compensa por su asistencia en la conducta de una labor difícil. Ahora, sin embargo, a la luz de un vasto conocimiento en el fenómeno de la disfunción uterina, ha aumentado el reconocimiento de que la mayoría de las desproporciones feto-pélvicas es relativa, y a menudo rinde por un buen trabajo, primero por la aceptación gradual de la administración segura, cuidadosa y experta de oxitocina en presencia de inercia uterina hipotónica. Una placa se considera innecesaria si hay suficiente información clínica disponible para permitir una decisión lógica para manejar el caso sin usar rayos X. Usando este criterio 258 casos o sea el 86% se consideraron de ser innecesarios en la adecuada conducta del caso. 60 cesáreas se hicieron por falta de progreso en el trabajo de parto cuando los rayos X demostraron una pelvis perfectamente adecuada. En 12 casos la placa se consideró ser de ayuda pero no realmente necesaria. En solo 15 casos se consideró la decisión para prohibir una prueba de trabajo de parto, decisión hecha prin

principalmente por los hallazgos de rayos X. Estos 15 constituyen el 5% de toda la serie.

En Guatemala se hicieron 2 tesis sobre pelvimetrías, una del Dr. Marco Antonio Chávez Garza (18) y otra por el Dr. Angel Rafael Sánchez Ayala (73), presentan aspectos interesantes, especialmente la del Dr. Sánchez Ayala que propone un nuevo tipo de clasificación de la pelvis, pero en ambas no mencionan los peligros de la misma ni protección radiológica.

En otro estudio, Diane Wilson Cox (98), hace una investigación en el posible daño genético en los hijos de mujeres que habían recibido múltiples exámenes de rayos X en la pelvis, pero con la variante de que estos exámenes se habían practicado en las mujeres cuando eran niñas con dislocación congénita de la cadera. Compararon la prole a que dieron origen con la de sus parientes; algunos de los resultados fueron que: la frecuencia de hijos anormales fue significativamente más alta en las madres expuestas, que el peso de los hijos, particularmente hombres, aparentó ser más bajo en las madres expuestas que en los controles. En general discute la posibilidad de daño genético por radiación.

G. Taendury (85) hace otro estudio demostrando que en 75 niños involucrados en el mismo, 38 fueron anormales, en 28 de estos casos, se pudo averiguar que las madres habían sido irradiadas durante el embarazo. De los niños anormales habían 16 microcéfalos

idiotas. Hace notar que el período en que el feto es más sensible a la radiación es entre el 15^o y 42^o días de embarazo, y que la irradiación pélvica debe restringirse al período preovulatorio.

Marcelo H. Moreau (53) discute los peligros de los procedimientos diagnósticos de rayos X en el embarazo y dá recomendaciones para disminuir la dosis fetal.

Referente al uso de los rayos X en exámenes de tórax, J. Musil (56) tiene un interesante estudio hecho en 163 mujeres con tuberculosis para determinar que los exámenes repetidos de tórax, en el curso de colapso pulmonar temporal, resultó en un aumento en la incidencia de anomalías en sus hijos. En un total de 113 niños nacidos en el curso del colapso pulmonar, las anomalías congénitas encontradas fueron 4 veces y posiblemente 2 con resistencia reducida contra las infecciones o debilidad física 8 veces. El tratamiento precedente al embarazo fué de 4.2 años de promedio. En 154 niños nacidos después del final del tratamiento, las anomalías congénitas fueron 4 veces más frecuentes, la resistencia reducida 1, y la debilidad física 5 veces. La dosis gonadal de radiación recibida por las madres, probablemente no excedió el promedio de 1 r en todo el tratamiento. En estas estadísticas se demuestra el efecto deletéreo de la radiación de los fetos durante los exámenes de tórax.

J. de Backer (20) refiriéndose siempre a los exámenes de to-

rax en embarazadas, dice que la fluoroscopia no debe usarse nunca. Los rayos secundarios pueden ser suficientes para causar lesiones en el feto, especialmente lesiones genéticas. Dice que no se ha establecido la dosis debajo de la cual no hay daño. Durante la fluoroscopia de tórax el paciente recibe 2,000 a 15,000 mr por minuto. En contraste la radiografía de 40 a 100 mr. Los exámenes no deben hacerse repetidamente.

Con el uso de los rayos X en casos de fracturas, G. Gelehrter (30) dice que el embarazo puede influenciar las características y métodos del tratamiento de las fracturas. Es muy importante la protección por radiación; habla de proteger las gónadas y al feto con hojas de plomo aún cuando se hagan radiografías de las extremidades y más aún cuando es en área de pélvis y caderas o porción alta de los muslos.

Para estudios en la articulación de la cadera en los niños, Hans Hofer y F. Kainberger (36) dicen que hay acuerdo general en que es relativamente simple proteger las gónadas masculinas de la exposición a la radiación, pero que en mujeres de todas las edades es mucho más difícil. En las niñas recién nacidas los ovarios tienen una amplia área de posible movimiento, la que se pierde al aumentar la edad cuando los ovarios son desplazados caudalmente. La edad cuando esto ocurre es muy variable. Aconseja que la protección se haga con un escudo de forma triangular que da muy buena

protección y que se debe fijar bien antes de hacer el exámen.

Siguiendo con las radiografías en los niños, B. Larcher (41) hace un estudio en la distribución por sexo y edad de 13,596 exámenes practicados en niños. El estudio demostró que la frecuencia de exámenes radiológicos en disturbios digestivos y urológicos es muy alto en niños por debajo de un año de edad y que la frecuencia es más alta en niños que en niñas.

D. Amar Arjan (3) hace un estudio de las técnicas para reducir la exposición durante procedimientos urográficos, y hace notar que las enfermedades urológicas son a menudo unilaterales, y que la exposición de las gónadas es innecesaria, pudiéndose prevenir limitando la radiación al lado afectado. Naturalmente que dicho punto es muy discutible pero no cabe duda que la observación no deja de ser interesante.

Se han enumerado algunos de los aspectos que hace más que necesaria una serie de recomendaciones para disminuir la exposición inadecuada en nuestros hospitales.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA DISMINUIR LA INADECUADA EXPOSICION EN NUESTROS HOSPITALES:

- 1) Cuando sea posible usar el cono en el aparato de rayos X, y siempre usar el posible cono más pequeño.
- 2) Estar seguro de la posición del paciente según el estudio a verificar, de manera que una segunda exposición es innecesaria.

- 3) Estar seguro de que la parte para ser radiografiada esté propiamente inmovilizada.
- 4) Estar seguro, como técnico, de usar la pared protectora plomada para estar detrás de ella; si esto fuera imposible, estar a un mínimo de 6 pies lejos de donde se proyectará el rayo en el suelo.
- 5) Estar seguro de la identificación adecuada de la película.
- 6) Nunca situarse en el rayo directo o sostener la parte a radiografiar.
- 7) Cuando se usa personal de otros departamentos para ayudar a sostener pacientes, estar seguro de que no son llamados muy frecuentemente.
- 8) Que los cuartos de rayos X estén bien ventilados, ya que los rayos X ionizan el aire. (39)
- 9) Reducir los escapes de radiación.
- 10) Reducir la radiación fuera de foco.
- 11) Absorción de dispersión lo más cerca posible de la fuente, y del rayo primario residual.
- 12) Uso de filtración óptima.
- 13) Uso de la película más rápida o combinación conveniente de pantallas para exámenes particulares: el uso de intensificador de imagen en cineradiografía y fluoroscopia.
- 14) Uso de una grida, la cual mientras remueve la dispersión, per-

mite la máxima transmisión del rayo primario.

- 15) En todos los objetos entre el paciente y la película o la pantalla deben tener el máximo de transradiancia.
- 16) El uso de la distancia óptima de foco a la película.
- 17) Procesamiento óptimo.
- 18) Protección adicional para el operador con medidas diseñadas específicamente para protegerlo. (45)
- 19) Protección de las gónadas en todos los individuos jóvenes (77) con plomo o hule plomado. Dicha protección puede hacerse con una cápsula que encierre completamente el escroto, dando casi protección completa, para la radiación directa, y más del 50% para la radiación dispersa. Para mujeres, la protección requiere escudos individuales (91) que hacen posible reducir la exposición a los ovarios a menos de la mitad de la dosis recibida cuando no están protegidos.
- 20) Educación y disciplina: Estas son difíciles de lograr, debido a la estructura de la profesión médica, el aumento del número de médicos, etc, pero sería la situación ideal que:
 - a) Cada médico ordenara exámenes de rayos X, considerando la necesidad de los mismos para el diagnóstico, pero evitando los exámenes innecesarios o repetidos.
 - b) Cada doctor debiera rehusar pedir exámenes de rayos X que a su criterio no son necesarios, por el peligro que entraña la

irradiación sin medida.

c) Cada radiólogo rechazará los exámenes o tratamientos exigidos sin responsabilidad, por desconocimiento de los efectos nocivos de la radiación exagerada.

d) Uso de equipos de rayos X con protección adecuada.

Naturalmente que algunas de las recomendaciones anteriores serían difíciles de iniciar en nuestro medio, especialmente en lo referente a comprar equipo más moderno y seguro, así como el adquirir equipo de protección individual suficiente. Todos estos encuentran el obstáculo de la falta de recursos económicos por las limitaciones de nuestros hospitales, pero se podría agregar además que:

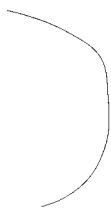
- 21) En el planeamiento de nuevos edificios incluya el diseño más adecuado y que ofrezca las mejores garantías de protección antes de instalar cualquier equipo de rayos X.
- 22) Dotar a todo el personal que trabaje con radiaciones, de los dispositivos de registro para que en tarjetas especiales se anoten las dosis semanales recibidas, y así poder tener un registro gráfico que sea fiel representante de cualquier inicio de sobredosis.
- 23) Tener salas adecuadas para implantes de materiales radioactivos, para que únicamente en el momento del implante exista radiación en la sala de los mismos.

- 24) Tener salas de encamamiento que llenen los requisitos de distancia entre camas de pacientes con implantes de materiales radioactivos.
- 25) Dotar de equipo de protección adecuado para el personal que tiene que atender a dichos pacientes.
- 26) Prohibir la estancia de personas no protegidas al lado de los pacientes con implantes, por ejemplo: los familiares en los días de visita y principalmente niños.
- 27) Hacer una revisión de las instalaciones en función y hacer dosificaciones de las radiaciones existentes en las mismas con el equipo adecuado y el personal diestro en el manejo de los mismo. Dicha revisión y equipo pueden solicitarse al llegar los pedidos a la Comisión Nacional de Energía Nuclear de Guatemala.
- 28) Tratar de que las autoridades hospitalarias se enteren de los problemas que tiene cada hospital con sus instalaciones de rayos X y en las instalaciones en que se manejan materiales radioactivos.
- 29) Disponer con suficiente anticipación de lugares perfectamente adecuados para instalar equipos de rayos X y materiales radioactivos, para evitar que en caso alguna institución haga un donativo de los mismos, se hagan improvisaciones que posteriormente dejarán más daño que beneficio.

Pueden desatarse múltiples controversias al leer el presente trabajo, no hay que olvidar que el mismo es el resumen de la bibliografía consultada.

Recordando que, nuestra deficiencia en el entendimiento de los fenómenos biológicos fundamentales, es probablemente, la base de nuestro fracaso en entender los mínimos detalles de cómo trabaja la radiación. (37)

oooo000oooo



CONCLUSIONES

- 1) Es indiscutible el beneficio que ha aportado la aplicación de los rayos X para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.
 - 2) Que también son de inmenso valor los elementos radioactivos que se usan con fines de terapia cancericida.
 - 3) El uso de los rayos X constituye en Guatemala la principal fuente de radiaciones artificiales.
 - 4) El uso de isótopos radioactivos se encuentra en etapa muy temprana en nuestro medio, y solo está limitado a médicos muy especializados y en centros especiales.
 - 5) Se abusa de los exámenes radiográficos, pedidos muchas veces sin bases clínicas que justifiquen hacerlos.
 - 6) Se carece de instalaciones debidamente protegidas en algunos o casi la mayoría de hospitales nacionales en el caso de los aparatos de rayos X y de salas de implantes de materiales radioactivos.
 - 7) Se carece de salas específicas para encamamiento de pacientes con implantes radioactivos.
 - 8) Se carecen de suficientes medios de protección individuales.
 - 9) Se carece de dispositivos de detección de radiaciones.
 - 10) Se carece de archivos para llevar hojas de control del total
- 7

de dosis acumuladas por el personal que trabaja con radiaciones.

- 11) Hay descuido en supervisar al personal de enfermería que diariamente acude a las salas de rayos X a sostener a los pacientes, especialmente en las salas de pediatría.
- 12) Falta de soportes especiales para inmovilizar pacientes al hacerse los estudios radiográficos.
- 13) Falta de protección gonadal para los pacientes, cualquiera sea el tipo de examen que se le practique, incluso en las radiografías de tórax.
- 14) Falta de unificación de criterios del personal de cada servicio para decidir conjuntamente la necesidad o no de practicar determinado examen radiográfico.
- 15) Que las radiaciones ionizantes tienen efectos tanto deseables como indeseables.
- 16) No existen datos nacionales de radiación ambiental.

SUMARIO

Se presentan datos obtenidos de observaciones personales respecto a la inadecuada exposición a las radiaciones en nuestros hospitales.

Se presentan datos del efecto biológico de las radiaciones ionizantes y ejemplos del riesgo que las mismas pueden significar para las personas que las reciben directamente, para sus hijos y para las generaciones futuras.

Se hacen algunas recomendaciones generales para disminuir la inadecuada exposición en nuestros hospitales.

APENDICE

Placas de película usadas en Guatemala durante la exhibición " átomos en acción ". Estudio de protección de radiación hecho por Roger Cloutier y Ricardo Díaz D.

Dichos datos fueron gentilmente proporcionados por el Ingeniero Ricardo Díaz D.

Se hace la aclaración de que se omitieron los nombres de las personas en quienes se hizo el estudio para evitar susceptibilidades o malos entendidos con las mismas.

El estudio se presenta en las páginas siguientes por razones de espacio:

Profesión y relación con las radiaciones.	Fecha en que se dió la placa.	Fecha en que se regresó.	Exposición en mr.
1) Médico (isótopos, uso clínico) ----	10/Sep/65	-----4/Oct/65	----- - de 30
2) Médico (isótopos, uso clínico) ----	10/Sep/65	-----no la regresó.	-----
3) Técnico (isótopos, uso clínico) ----	10/Sep/65	-----4/Oct/65	----- - de 30
4) Técnico (isótopos, uso clínico) ----	10/Sep/65	-----4/Oct/65	----- - de 30
5) Secretaria de un médico. ----	10/Sep/65	-----4/Oct/65	----- - de 30
6) Médico (terapia RX, Co 60, Ra) ---- (226 fuentes selladas)	10/Sep/65	-----1/Oct/65	----- - de 35
7) Técnico (Hospital y oficina) ---- privada)	10/Sep/65	-----1/Oct/65	----- - de 150
8) Secretaria de médico of. priv.) ----	10/Sep/65	-----1/Oct/65	----- - de 150
9) Médico (RX diag. y Of. privada) ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 30
10) Técnico (RX " " " ") ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 30
11) Técnico (RX " " " ") ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 30
12) Técnico (RX " en 2 hospitales) ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 30
13) Técnico (RX " en 2 hospitales) ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 30
14) Técnico (RX " en 1 hospital.) ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 72
15) Técnico (RX " en 1 hospital.) ----	10/Sep/65	-----5/Oct/65	----- - de 45

Profesión y relación con las radiaciones.	Fecha en que se dió la placa.	Fecha en que se regresó.	Exposición en mr.
16) Técnico (RX diag. 1 hospital)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 55
17) Técnico (RX diag. 1 hospital)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 30
18) Médico (RX " Hos. Of. priv.)	---- 10/Sep/65	----- 4/Oct/65	----- de 30
19) Médico (RX " Hos. Of. Priv.)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 35
20) Médico (2 Hosp. Of. Priv. te) rapia RX. Teletera-) pia Co 60 y Ra 226) fuente sell.)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 30
21) Técnico (1 Hosp.Of. Priv. te-) rapia RX, Tele.Co 60 y Ra 226 f. sell.)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 30
22) Técnico (1 Hosp. Of. Priv.Te) let co 60)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 30
23) Técnico (1 Hos.Of.priv.telet) co 60.)	---- 10/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 30
24) Técnico (1 Hos.Terapia RX)	---- 11/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 1000 oo
25) Técnico (" " " ")	---- 11/Sep/65	----- 17/Sep/65	----- de 105
26) Técnico (" " " ")	---- 11/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 380 oo
27) Técnico (" " Co 60, Ra 226) fuente sellada)	---- 11/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 50
28) Médico (1 Hos. Terapia RX)	---- 11/Sep/65	----- 5/Oct/65	----- de 760 oo

Profesión y relación con las radiaciones.	Fecha en que se dió la placa.	Fecha en que se regresó.	Exposición en mr.
29) Técnico (1 Hos. Terapia Rx)	11/Sep/65	5/Oct/65	exposición total 99
30) Secretaria (1 hospital)	11/Sep/65	5/Oct/65	de 66
31) Técnico (1 Hos. RX Diag.)	11/Sep/65	5/Oct/65	de 35
32) Técnico (1 " " ")	11/Sep/65	5/Oct/65	de 30
33) Técnico (1 " " ")	11/Sep/65	5/Oct/65	de 66
34) Técnico (1 " " ")	11/Sep/65	5/Oct/65	de 250 99
35) Técnico (1 " " ")	11/Sep/65	5/Oct/65	de 580 99
36) Técnico (1 " Lab. Bacte)	13/Sep/65	4/Oct/65	de 30
37) Técnico (lámpara Lab. ")	13/Sep/65	4/Oct/65	de 30
38) Técnico (1 Hos. RX Diag.)	11/Sep/65	5/Oct/65	de 30
39) Interno (sal. Onco B)	14/Sep/65	6/Oct/65	de 120
40) Enfermera (" ")	14/Sep/65	5/Oct/65	de 160
41) Técnico (1 Hos. Co 60, Ra)	14/Sep/65	5/Oct/65	de 35
42) Técnico Liga Anti TB)	13/Sep/65	5/Oct/65	de 30
43) Técnico (Liga Anti TB)	13/Sep/65	5/Oct/65	de 30
44) Oficial de Salud Pública. Física de Salud)	11/Sep/65	6/Oct/65	de 100

99 Significa: posiblemente debida a exposición al calor.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarado V, Jorge E. Radiumterapia y cancer uterino. Tesis. Guatemala, Facultad de Medicina y Cirugía, Agosto 1921. pp 16-7, 21-32.
- 2.- Ardran, G.M. Brit. J. Radiol. 30: 436. 1957.
- 3.- Arjan, D. Amar. Limited area urographic films to reduce radiation exposure. J. Urol. 89: 506-9, May 1963.
- 4.- Bacq, Z.M., and Peter Alexander. Fundamentals of radiobiology. London, Pergamon Press. 1961. -- pp 494-7, 501.
- 5.- Beltranena Sinibaldi, Manuel. Radiumterapia de los epitelomas cutáneos. Tesis. Guatemala, Facultad de Medicina y Cirugía, Abril 1922. 31p.
- 6.- Billings, M.S., A. Norman and M. Greenfield. Report U.C.L.A. 1955. 340.
- 7.- Bloom, Arthur D., and J.H. Tjio. In vivo effects of diagnostic X-irradiation on human chromosomes. New Eng. J. Med. 270: 1341-7. June 18, 1964.
- 8.- Braestrup, C.B., and R.T. Mooney. X-ray emission from television sets. Science 130: 1071-4. 1959.
- 9.- Bran Cabrera, José Luis. Siluetas renales normales. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Marzo 1966. 17p.
- 10.- Brown, George W. Diagnostic radiation and early pregnancy. J. Med. Assoc. (Georgia.) 52: 181. Apr. 1963.
- 11.- Carter, T.C. Lancet 1: 217. 1960.
- 12.- Cocchi, U., P. Thurn. Roentgendiagnóstico. Barcelona, Editorial Marín, 1962. pp 1-6, 35-9.
- 13.- Court Brown, W.M., and R. Doll. Leukaemia and aplastic anaemia in patients irradiated for ankylosing spondylitis. London, Apr 18, 1957. 142p. (Special report No. 295.)
- 14.- _____. Proc. Second U.N. Intern. Conf. on the peaceful uses of atomic energy, Geneva, 1958. N.Y., United Nations, 23: 179. 1959.

- 15.- Court Brown, W.M., R. Doll and A. B. Hill. Brit. Med. J. 2: 1450. 1960.
- 16.- Crow, J.F. Genetic considerations in establishing radiation doses. Radiology 69: 18. 1957.
- 17.- Chadwick, Donald R., and Abrahams Simon P. Biological effects of radiation. From American Medical Association Congress on Environmental -- Health Problems. Chicago, May 1964. 16p (Conf. 623-2).
- 18.- Chavez Garza, Marco Antonio. Consideraciones sobre estimación pélvica y pelvimetría radiológica. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Septiembre 1958. 44p.
- 19.- Chromosome damage after 131 I therapy. New Eng. J. Med. 275: 786-7. Oct 1966.
- 20.- de Backer, J. Ionizing radiation applied to pregnant woman at the time of radiological examination of the thorax. Bruxeles. Med. 14: 989-95. Sept 27. 1964.
- 21.- Elkind, M.M. Fundamental aspects of radiosensitivity. Report of Symposium held. Upton, New York. Biology departament. Brookhaven National Laboratory. June 5-7, 1961. p242.
- 22.- Enriquez Toro, Alberto. De la radiografía y sus aplicaciones médico quirúrgicas. Tesis. Guatemala, Facultad de Medicina y Farmacia, 1901. p 33.
- 23.- E.E.U.U. National Bureau of Standards. Medical X-ray protection up to two million volts. March 30. 1949. pp. 1-2. (Handbook 41).
- 24.- E.E.U.U. United Nations, Scientific Comitee. Brit. J. Radiol. 30: 282. 1957.
- 25.- _____. Informe del comité científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos de las radiaciones atómicas. Asamblea General. New York, 1962. pp 4-8, 10, 43 (Documentos oficiales: 17º período de sesiones. Suplemento No. 16 (A/5216)).
- 26.- Evans, John A. Hazards of diagnostic radiology in pediatrics: risk versus benefit. Am. J. Surg. 107: 400-5. Mar. 1964.

- 27.- Figueroa Casas, Pedro. Limitaciones del uso de la radiación con propósitos diagnósticos y terapéutica endócrina en ginecología y obstetricia. Prensa Med. Arg. 48: 771-81. Mar 1961.
- 28.- Ford, D.J., C.S. Patterson and W.L. Treuting. J. Nat. Cancer Inst. 22: 1093. 1959.
- 29.- Garay Moya, Modesto. Queloides; contribución a su tratamiento con el uso combinado de dermo abrasión y radioterapia. Tesis. Guatamala, Facultad de Ciencias Médicas, Mayo 1959. pp 14-6, -25-36.
- 30.- Gelehrter, G. Bone fracture and pregnancy. Klin. Med. (Vienna). 18: 630-4. Dec 1963.
- 31.- Gerenz, G. et al. Investigation of the irradiation of population that have undergone systematic -- radiologic examinations of the thorax. Bull. Union Intern. Tuberc., 32: 179-95. June 1962.
- 32.- Glendining, A.C. Radiation hazard to patients. Brit. Med. J. 2: 745. Sept 21, 1963.
- 33.- Gonzalez, Armando. La posición de la radiología en sus 50 años de vida. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Noviembre 1946. pp 39-41.
- 34.- Greenfield, Moses A. Current status of radiation hazards. X. Ray Technician 33: 406-9. March 1962.
- 35.- Hannah, Walter J. X Ray Pelvimetry; A critical appraisal. Am. J. Obstet. Gynecol. 91: 333-40. Feb 1, 1965.
- 36.- Hofer, Hans., and F. Kainberger. Radiation protection in X radiography of the hip joint in small children. Salzburg, Austria. Klin. Med. ----- 17: 377-84. June 1962.
- 37.- Hollaender, Alexander. Radiation protection and recovery. Oak Ridge National Laboratory. --- London, Pergamon Press, 1960. pp 1-2.
- 38.- Hoy, R.J., and J. Coll. The risk of diagnostic radiology. Radiol. (Australasia) 7: 227-32. Oct 1963.

- 39.- Jacobi, Charles A., and Donald E. Hagen. X-Ray Technology. St. Louis Mo., C.V Mosby, 1957. pp 16-7, 50-2.
- 40.- Jenner Hodges, Fres. Isadore Lampe and John Floyd Holt. Radiology for medical students. 3rd ed. Chicago, The year Book Publishers, 1961. pp 21-3.-
- 41.- Larcher, Benedette. Contribution a l' etude du purvoir leukemogene des radiations utilisises en radiodiagnostic chez l' enfant: etude statistique des principaux examens radiologiques suivant l' age et le sexe. Tesis. France, Comisariat à l' Énergie Atomique. Centre d' Études Nucléaires, 1964. 63p.
- 42.- Laughlin, J.S. et al. Bone, skin and gonadal doses in routine diagnostic procedures. Am. Jour. of Roent. and Rad. Ther. 78: 961. 1957.
- 43.- Laughlin, J.S., and I. Pullman. Biological effects of atomic radiation gonadal dose produced by medical use of X-rays. Prelim. Rep. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1957.
- 44.- Lester W. Paul., and John H. Juhl. The essentials of Roentgen interpretation. 2nd ed. New York, Hoeber Medical Division, Harper & Row, 1965. XIX-XX (Introduction).
- 45.- Lodge, Thomas. Recent advances in radiology. 4th ed. Boston, Mass., Little, Brown, 1964. pp 1-6.
- 46.- Mac Mahon, B. J. Nat. Cancer Inst. 28: 1173. 1962.
- 47.- Maldonado Ordoñez, Joel Enrique. Estudio sobre las causas de mortalidad de los médicos en el ejercicio de su profesión en Guatemala durante los últimos 20 años y breves consideraciones sobre la actual protección social de que gozan. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Mayo 1963. pp 46-8.
- 48.- Martin, J.H. Med. J. Aust. 2: 806. 1955.
- 49.- Medical Research Council. The hazards to the man of nuclear and allied radiations. London, --- H.M.S.O. 1956.
- 50.- _____ . The hazards to man of nuclear and allied radiations. 2nd report. London H.M.S.O 1960.

- 51.- _____ . The hazards to man of nuclear and allied radiations. London. H.M.S.O pp 51-2, 118. 1963. (Cmd 9780).
- 52.- Meschan, Isadore. Roentgen signs in clinical diagnosis. Philadelphia, Pa. W.B Saunders, 1956. p36.
- 53.- Moreau, Marcelo H. Protección contra la radiación en radiología obstétrica. Rev. Asoc. Med. Arg., 78: 510-12. Sept 1964.
- 54.- Morgan, Karl Z. Medical X-ray exposure. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 24: 588-99. Nov-Dec. 1963.
- 55.- _____ . Bull. Atom. Scientists 15: 384. 1959.
- 56.- Musil, J. The effect of repeated chest X-ray examinations of women on the development of the next generation. Rozhledy Turberk. 22: 164-9. 1962.
- 57.- National Academy of Science. National Research Council. The biological effects of atomic radiations. Washington, D.C. 1956.
- 58.- Nikl, I. Gonadal exposure in diagnostic and therapeutic X-ray practice shown phantom measurements. Radiol. Diagn. 2: 111-21. Aug 1961.
- 59.- Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica. Viena, 1963. (Colección de seguridad # 9).
- 60.- _____ . Los efectos de las radiaciones sobre la célula viva. Viena 5/Mayo/67. Comunicado de prensa. (Pr 67/23).
- 61.- Osborn, S.B. Radiation hazards in the neighborhood of hospitals and their assessment. London. King's Col. Hospital. 6p (Conf 365-26).
- 62.- Patoir, G., And E. Spy. Should one forbid urography in obstetrics ?. Gynecol. Obstet. (Paris) 2: 701-14. Nov-Dec 1963.
- 63.- Paz Carranza, Ricardo. La captación de yodo radioactivo como auxiliar en el manejo del bocio nodular. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Julio de 1963. 35p.
- 64.- Purdom, C.E. Genetic effects of radiations. London, George Newnes Limited, 1963. Prefacio y p. 150.

- 65.- Quintero Gutierrez, Ladislao. Importancia del control radiológico de torax en el preoperatorio. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Noviembre 1959. 31p.
- 66.- Rémy, J., and H, Chéradann. Sistematic X-ray examination and radiation hazards. Gaz. Med. France 70: 2993-3003. 1963.
- 67.- Roth, Paul C.J. Reflections on the use of ionizing radiations in medicine. Rev. Pathol. Gen. --- Physiol. Clin. 2: 341-52. May 1962.
- 68.- Russell, L.B. Radiation Biology: I, Part II Chapter 13. The effects of radiation on the mammalian prenatal development. New York. Mac Graw-Hill, 1954.
- 69.- Russell, W.L. Radiology. 58: 369. 1952.
- 70.- _____, and Russell L.B. Proc. Second U.N. Intern Conf. on the peaceful uses of atomic energy, Geneva, N.Y., United Nations, 1958. ---- 22: 360. 1959.
- 71.- _____ . Intern. J. Radiobiol., suppl. 1. p. 311. 1960.
- 72.- Salguero Gonzalez, Luis Fernando. Tratamiento del Hipertiroidismo con yodo radioactivo. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Octubre 1962. pp 36, 40-1.
- 73.- Sanchez Ayala, Angel Rafael. Pelvimetría. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Mayo 1964. 37p.
- 74.- Sanchez F, Guillermo. Estado actual de la radiología y radiumterapia. Tesis. Guatemala, Facultad de Medicina y Cirugía, Agosto 1921. 109p.
- 75.- Sarti Figueroa, Fernando. Leucemias. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Agosto 1966. 37p.
- 76.- Scurletis, Theodore D. A pediatrician looks at the hazards of diagnostic radiation. N.Carolina. Med. J. 23: 202-4. May 1962.
- 77.- Simon, Norman. Safe procedures in radiation. J. Oklahoma State Med. Assoc. 56: 425-30. Sept 1963.

- 78.- Sonnenblick, B.P. Protection in diagnostic radiology. New Jersey, Rutgers University Press, 1959 pp 12-3.
- 79.- Sowby, F.D. Effect of diagnostic irradiation. Lancet 1: 718. Mar 30, 1963.
- 80.- Stanford, R.W., S.B. Osborn and A. Howard. Brit. J. Radiol. 25: 387. 1952.
- 81.- Stewart, A., J. Webb and D. Gilels. Brit. Med. J. 2: 5086. 1958.
- 82.- Stewart, A. W. Pennybacker and R. Barber. Brit. Med. J. 2: 882. 1962.
- 83.- Storch, Charles A. Fluoroscopia clínica. México, Editorial Interamericana. 1952. pp 2, 8.
- 84.- Tabuchi, Akera. Congenital anomalies among children born of irradiated woman. Nippon Sanka. Fijinka Gakkai Zasshi. 9: 210-21. July 1962.
- 85.- Taendury, G. The endangerment of the human embryo during first week of pregnancy. Wien. Klin. Wochschr. 75: 869-72. Dec 6, 1963.
- 86.- Taliaferro, William H, et al. Radiation and immune mechanism. New York. Academic Press. 1964. p123.
- 87.- Trautman, J. Fetal and gonadal hazards from X-ray studies. Z. Aerztl. Fortbild. (Berlin) 54: 328-45. Apr 1965.
- 88.- Tubiana, M. et al. Current data on the risk for the embryo, fetus, and infant from medical radiology. Rev. Hyg. Med. Societe. 11: 751-61. Dec 1963.
- 89.- _____ . Current data on the risk of medical radiology for the embryo, the fetus, and the child. Report on measures already taken in -- view of the former warning. Suggestions on future measures. Pediatrics 18: 463-70. 1963.
- 90.- Tullis, J.L. Arch. Pathol. 66: 403. 1958.
- 91.- Ueberall, R. Radiation exposure and radiation protection of the gonad in urological X-ray diagnosis. Urol. Intern. 13: 230-5. 1962.
- 92.- Velasquez, Luis F. Medios de contraste más frecuen-

temente empleados en radiología, necesidad de la cooperación de la radiología y de la clínica. Tesis. Guatemala, Facultad de Medicina y Cirugía, Mayo 1938. 33p.

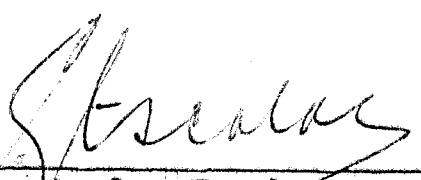
- 93.- Velasquez Trocoli, Ana María. Los rayos "X" y la salud. Tesis. Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Agosto 1960. p 19.
- 94.- von Berlin, Susanne. Endangering of the newborn caused by nonindicated or unnecessary measures. Heimendahl. Arch. Kinderheilk 169: 215-35. Dec 1963.
- 95.- Warren, S.J. Am. Med. Assoc. 162: 464. 1956.
- 96.- _____ . Scientific American p 164. Sept 1959.
- 97.- _____ ., and Olive M. Lombard. New data of the effects of ionizing radiation on radiologists. Arch. Environ. Health (Chicago) ---- 13: 415-21. Oct 1966.
- 98.- Wilson Cox, Diane. An investigation of possible genetic damage in the offspring of women receiving multiple diagnostic pelvic X-rays. Am. J. Genetics 16: 214-30, June 1964.
- 99.- Windeyer, B.W. Radiations, radiologists, and the human race. Indian J. Radiol. 15: 45-55. May 1961.
- 100.- Witts, L.H. Brit. Med. J. 1: 1197. 1957.
- 101.- World Health Organization. Diagnosis and treatment of acute radiation injury. Geneva, 1961. p 1, 10.

Vo Bo.:

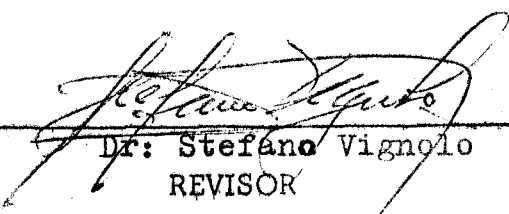
Ruth R. de Amaya
Ruth R. de Amaya.
Bibliotecaria.



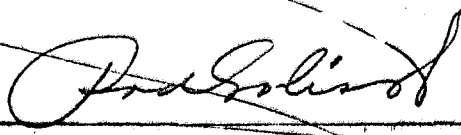

Br. Rolando A. Imeri Lorenzana.


Dr: Carlos Escobar.
ASESOR

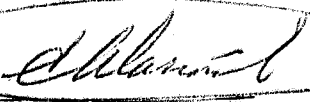
Dr. CARLOS A. ESCOBAR V.
MÉDICO DENTISTA


Dr: Stefano Vignolo
REVISOR

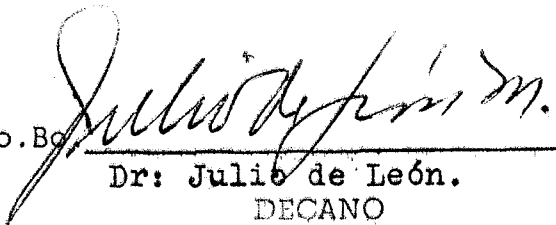
STEFANO VIGNOLO
MÉDICO Y CIRUJANO


Dr: Rodolfo Solís Hegel
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
CIRUGIA

DR. RODOLFO SOLIS HEGEL
MÉDICO Y CIRUJANO


Dr: Ernesto Alarcón E.
SECRETARIO

Vo. Bo


Dr: Julio de León.
DECANO