



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN No. 3 DEL DISTRITO FEDERAL

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ”

CMN SIGLO XXI

TÍTULO:

“CUANTIFICACION DE DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA DE RADIACIÓN,
APLICADA MEDIANTE TOMOGRAFÍA DE CRÁNEO SIMPLE, EN PACIENTES
POST-QUIRÚRGICOS DE CRÁNEO DURANTE SU ESTANCIA
HOSPITALARIA, EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. “BERNARDO
SEPULVEDA GUTIÉRREZ” CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI”

TESIS

QUE PRESENTA:

DRA. KARLA LILIANA CARRASCO FIGUEROA

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE

RADIOLOGÍA E IMAGEN

ASESOR ACADEMICO:

DR. BERNARDO CRUZ ALONSO

MÉDICO RADIOLOGO CO-DIRECTOR DEL ÁREA DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA,
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPULVEDA” CMN SIGLO XXI

ASESOR METODOLÓGICO:

DRA. LILIA DEGOLLADO BARDALES

MÉDICO ANESTESIOLOGO ADSCRITA AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y
FORMACION DOCENTE CMN SIGLO XXI-IMSS

MEXICO, D.F.

MARZO 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMSS

Título de la tesis:

“Cuantificación de dosis equivalente efectiva de radiación, aplicada mediante tomografía de cráneo simple, en pacientes post-quirúrgicos de cráneo durante su estancia hospitalaria, en el hospital de especialidades Dr. “Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” Centro Médico Nacional Siglo XXI”.

ANTECEDENTES: La tomografía computada (TC) simple de cráneo, es la primera modalidad de imagen utilizada al valorar a pacientes postquirúrgicos de cráneo, llegando a ser necesario la realización de varias tomografías de cráneo simple, esto dependiendo, de la evolución neurológica de cada paciente. La exposición a la radiación del paciente en la TC constituye preocupación en la práctica clínica, debido a que las dosis de radiación son acumulativas. Sin embargo no existe un nivel absolutamente seguro de radiación.

OBJETIVO GENERAL: Determinar la dosis total de radiación efectiva a la que se somete cada paciente post-quirúrgico de cráneo, durante su estancia hospitalaria posterior a la cirugía.

MATERIAL Y METODOS: Se realizó un estudio prospectivo, con muestreo por conveniencia, durante el periodo del 1 de Julio al 31 Agosto del 2012, con la finalidad de determinar la dosis equivalente efectiva de radiación (en milisieverts) que recibe cada uno de los pacientes al término de su estancia hospitalaria, todos con diagnóstico postquirúrgico de cráneo, se determinará cuantas tomografías en promedio se realizaron por paciente, días de estancia hospitalaria promedio, así como, los días de seguimiento tomográfico promedio.

RESULTADOS: Se incluyeron un total de 112 pacientes, de los cuales 63 (56.25%) fueron mujeres y 49 (43.75%) hombres con una edad promedio de 55 años, siendo la mínima 26 y la máxima 78 años. El tiempo de estancia hospitalaria promedio fue de 7 días y el tiempo de seguimiento tomográfico promedio 3 días. El total de tomografías de cráneo simple realizadas durante la estancia hospitalaria por paciente fue en promedio 3 tomografías, siendo el mínimo 2 y el máximo 7 tomografías. En promedio la dosis efectiva de radiación aplicada por estudio fue de 1.11 mSv, con un mínimo de 0.96 mSv y un máximo de 3.11 mSv. El total de la suma de radiación efectiva empleada en promedio en cada paciente al término de su estancia hospitalaria arroja ser de 3.33 mSv, con un mínimo de 2.88 mSv y un máximo de 9.33 mSv.

CONCLUSIONES: Existe una práctica adecuada en la realización de tomografías de cráneo solicitadas como control postquirúrgico en los pacientes durante su estancia hospitalaria y un efectivo control de calidad en cada uno de los dos tomógrafos los cuales emiten mínima dosis de radiación requerida para cada estudio, el resultado es, dosis efectivas de radiación dentro de lo permitido en la norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1996, salud ambiental, protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos x.

DRA. DIANA G. MENEZ DIAZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. FRANCISCO AVELAR GARNICA
JEFE DE SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. BERNARDO CRUZ ALONSO
MÉDICO RADIOLOGO, CO-DIRECTOR DEL ÁREA DE TOMOGRAFIA COMPUTADA
DEL SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMAGEN
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA"
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

DRA. LILIA DEGOLLADO BARDALES
MÉDICO ANESTESIOLOGO ADSCRITO AL CENTRO DE INVESTIGACION
EDUCATIVA Y FORMACION DOCENTE
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Investigador Principal: Dra. Karla Liliana Carrasco Figueroa.

Tutor Académico: Dr. Bernardo Cruz Alonso; médico especialista en radiología e imagen, Co-Director de área de Tomografía Computada en la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Tutor metodológico: Dra. Lilia Degollado Bardales; médico anestesiólogo adscrito al centro de investigación educativa y formación docente del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Servicio: Servicio de Radiología de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

GRACIAS

**A TODOS MIS MAESTROS Y AMIGOS DE ESPECIALIDADES
CENTRO MEDICO SIGLO XXI Y A MI FAMILIA POR
AYUDARME INCONDICIONALMENTE.**

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPOTESIS.....	8
IV. OBJETIVOS.....	9
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
• DISEÑO DEL ESTUDIO.....	9
• UNIVERSO DE TRABAJO.....	9
• VARIABLES.....	10
• SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	10
• CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	10
• PROCEDIMIENTOS.....	11
• ANALISIS ESTADISTICO.....	12
VI. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	12
VII. RECURSOS PARA EL ESTUDIO.....	13
VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	14
IX. RESULTADOS.....	15
X. DISCUSIÓN.....	20
XI. ANEXOS.....	21
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

INTRODUCCIÓN

La tomografía computada (TC) tiene aplicación importante en el neurodiagnóstico por imagen, por ser la técnica más rápida y eficaz para el estudio de los pacientes con patología cerebral, constituye la prueba de elección en la evaluación postquirúrgica de cráneo, debido a que aporta alta sensibilidad (98.6%) en la evaluación del parénquima cerebral.¹

La tomografía computada simple de cráneo es la primera modalidad de imagen usada al valorar a pacientes postquirúrgicos de cráneo durante su estancia hospitalaria, llegando a ser necesaria la realización de varias tomografías de cráneo simple, esto dependiente de la evolución neurológica de cada paciente.²

En el ámbito de la medicina, la TC representa la mayor exposición a la radiación para la población general, la exposición a la radiación del paciente en la TC constituye preocupación en la práctica clínica, debido a que las dosis de radiación son acumulativas.¹

El riesgo biológico de exposición a la radiación ionizante, se determina mediante la dosis efectiva de radiación, permitiendo establecer comparaciones de medida con otros tipos de exposición a la radiación en todo el cuerpo, como la debida a radiación de fondo natural.^{1,2}

La cantidad de radiación emitida por cada estudio de imagen debe ajustarse al concepto radiológico ALARA por sus siglas en ingles "As low as reasonably achievable" traducido como lo más bajo que sea razonablemente posible, lo anterior traduce que no hay un nivel absolutamente seguro de radiación. Los efectos secundarios pueden clasificarse como estocásticos y determinísticos. Los efectos estocásticos son aquéllos efectos biológicos de la radiación para los cuales no existe una dosis umbral sino que la probabilidad de que se produzcan es función de la dosis absorbida, y cuya severidad es independiente de la dosis. Los efectos determinísticos son los efectos biológicos de la radiación que se presentan solo cuando se rebasa la dosis umbral específica para ese efecto y cuya severidad es función de la dosis absorbida.^{3,4}

ANTECEDENTES

El término “radiación” significa transferencia de energía de una fuente a otra. Se considera conformada por fotones de energía que pueden ser emitidos o absorbidos por la materia y que se desplazan a velocidad de la luz propagándose en forma de onda. Las radiaciones se dividen en:

a) Radiaciones no ionizantes: son aquellas en la que no intervienen iones, son la radiación ultravioleta, radiación visible, radiación infrarroja, microondas y radiofrecuencias láser.

b) Radiaciones ionizantes: son aquellas en las que se originan partículas con carga (iones). Se caracterizan porque su capacidad de ionización es proporcional al nivel de energía y su capacidad de penetración es inversamente proporcional al tamaño de las partículas. Son las radiaciones alfa, beta, gamma y rayos X que son un tipo de energía que interacciona con un objeto de estudio y posteriormente se recoge en un receptor adecuado permitiendo obtener una imagen; sin embargo para lograr la imagen de órganos profundos se emplean ondas o tipos de energía que tienen mayor poder de penetración en los tejidos biológicos. Estas son las ondas de alta frecuencia, con energía suficiente para romper las uniones químicas, estas consisten en partículas subatómicas u ondas electromagnéticas que tiene energía suficiente como para desprender electrones de átomos o moléculas ionizándolas, ejemplo de onda con suficiente energía como los rayos X y los rayos gamma. Las radiaciones ionizantes interaccionan con el ser humano produciendo diversos efectos. Por sus características físicas es capaz de romper el equilibrio de los átomos que forman moléculas tan pequeñas como por ejemplo: el oxígeno, el agua y otros, los cuales son componentes elementales que constituyen todos los cuerpos y sustancias de la naturaleza de esta forma interaccionan con el cuerpo humano.⁵

Todos los habitantes de la tierra reciben cierto grado de exposición a la radiación cada año a causa de la radiación ambiental, proveniente de las rocas y el subsuelo, del espacio externo, del gas radón y de isótopos naturales de elementos que se encuentran en el tejido viviente como en carbono 14 y potasio 40. La radiación del medio ambiente produce una dosis

efectiva anual promedio equivalente a 3.2 milisieverts. El sievert es la unidad del sistema internacional de dosis efectiva que toma en cuenta la radiación parcial del cuerpo y el tipo específico de radiación que produce una dosis absorbida.⁶

Al considerar que no todos los tipos de radiación producen el mismo efecto en humanos se utiliza el concepto equivalente de dosis el cual es el producto de la dosis absorbida por el factor de radiación expresado en sieverts (Sv) o en milisieverts (mSv). Para rayos X y gamma el factor de radiación es igual a 1 por lo que la dosis absorbida de 1 Gy es igual a 1 Sv.⁷

Por definición, la dosis efectiva, expresada en Sv o en mSv, se utiliza para evaluar el riesgo de aparición de efectos estocásticos en el hombre.⁸

La TC y otros estudios por imágenes y procedimiento de medicina nuclear se expresan con frecuencia en forma de milisievert mSv.^{8,9}

Por ejemplo, la dosis efectiva de una sola radiografía de cráneo es de 0.07 mSv mientras que la de una CT de cráneo oscila entre 2.3 mSv.¹⁰

En estudios realizados en Estados Unidos y Europa se ha demostrado que la tomografía computada representa solo el 15% de todos los estudios de imagen realizados, sin embargo contribuye el 75% de la dosis total de radiación producida.¹¹

El parámetro fundamental de dosis de radiación en tomografía es el índice de dosis de tomografía computada o por sus siglas en ingles CTDI vol “CT dose index” el cual puede ser medido en aire o en fantoma cilíndrico para calcular el promedio de dosis emitida al paciente cuya unidad de medida es en miliGray (mGy) y para valorar la exposición del paciente después de escanear cierta distancia se usa el termino dosis producto de la longitud o DLP por sus siglas en ingles “dose-length product” que es igual al CTDI vol por la longitud de escaneo cuya unidad de medida es mGy/cm.¹²

No hay duda de que dosis mayores 100 mSv pueden producir efectos graves como cáncer, sin embargo el efecto de dosis menores es controvertido.⁵

Se han definido magnitudes para poder expresar las características dosimétricas de los equipos de TC. La medida de estas magnitudes se utiliza en garantía de calidad y en la evaluación de los protocolos de adquisición de los exámenes, para calcular las dosis que reciben los pacientes y también los riesgos asociados con la exposición a radiaciones ionizantes.⁷

El CTDI se expresa en términos de dosis absorbida en aire (mGy) y puede medirse en maniqués dosimétricos cilíndricos normalizados de polimetil metacrilato de metilo que representan la cabeza y el cuerpo, por lo que tienen 16 y 32 cm de diámetro de la base.⁹

Para realizar una adquisición clínica en TC, se necesita normalmente más de una única rotación de 360°, por lo que se ha definido otra magnitud, el producto dosis-longitud (DLP), que es una magnitud derivada del CTDI que tiene en cuenta el número total de rotaciones y que se calcula multiplicando el CTDI vol por la extensión de la exploración realizada. El DLP se expresa en mGy-cm y cuando en un examen de TC se realizan varias adquisiciones helicoidales, el DLP total se calcula como la suma del DLP de cada una de ellas, siempre que hayan sido efectuadas en la misma región anatómica.^{9,10}

Los equipos de TC más modernos proporcionan información en la consola del operador sobre la dosis que recibe el paciente, mostrando en la pantalla del operador los valores del CTDI vol al seleccionar los parámetros de adquisición y el DLP correspondiente al examen.⁹

Se puede calcular la dosis efectiva que recibe el paciente a partir de los parámetros de adquisición empleados, como el volumen estudiado, el voltaje del tubo, la intensidad de corriente del tubo, el tiempo de rotación, el factor de paso a pich y la configuración de colimación del haz. Para llevarlo a cabo de modo relativamente sencillo se puede usar algún programa disponible para ello. Uno de los más utilizados es la hoja de cálculo del ImPACT, que requiere que el usuario disponga de ciertos coeficientes de conversión a dosis en órganos, obtenidos por el método de Monte Carlo.^{9,11}

También se puede estimar la dosis efectiva a partir del valor del DLP que, como ya se ha indicado, se muestra generalmente en la consola del equipo

después de cada adquisición clínica. La Tabla I muestra los factores de conversión para diferentes regiones del cuerpo que pueden utilizarse para estimar la dosis efectiva para diferentes indicaciones clínicas de TC. Estos valores se obtuvieron en un amplio estudio de campo en varios países europeos, por lo tanto la transformación a mSv se obtiene al multiplicar el DLP por el factor de conversión.^{8,9}

TABLA I

Factores de conversión para estimar la dosis efectiva (mSv) a partir del producto dosis-longitud (mGy-cm) para diferentes partes del cuerpo.	
Región corporal	Dosis efectiva normalizada (E/DLP) (mSv mGy ⁻¹ cm ⁻¹)
Cabeza	0,0023
Cuello	0,0054
Tórax	0,019
Abdomen	0,017
Pelvis	0,017
Piernas	0,0008

Efectos Biológicos de los rayos X

El efecto ionizante, la importancia de esta propiedad está orientada al impacto de la misma sobre los tejidos humanos, ya que a partir de la ionización de los organismos vivos se inducen un conjunto de cambios sobre sus sistemas celulares que conducen a daños reversibles o irreversibles sobre el metabolismo interno de los tejidos, generando así el **efecto biológico** de los rayos X. Estos se producen bien por acción directa sobre las células o bien indirectamente como resultado de los cambios químicos en su entorno.³

Efectos de la Exposición a la radiación

Las radiaciones ionizantes (RI) constituye el agente cancerígeno humano más estudiado, originando el 3% de todas las neoplasias. Los hallazgos de una

asociación entre RI diagnóstica y el mayor riesgo de cáncer depende fundamentalmente de la dosis total, siendo estas acumulativas y mayor tras exposición radioscópica, mayor con tomografías y menor con las técnicas radiográficas simples. En el adulto la dosis única de 1 Sv incrementa el riesgo de cáncer en un 1%.^{3,4}

Efectos de la Exposición a la radiación varía según el tiempo de exposición, la radio sensibilidad del órgano o zona irradiada.^{7,8}

El límite de la dosis efectiva de exposición para el público en general es de 1mSv/año y el del personal profesionalmente expuesto de 100 mSv/año durante un período consecutivo de cinco años, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.^{9,10}

Según la dependencia de la dosis:

Efecto estocástico: son aleatorios, probabilístico y pueden aparecer tras la exposición a pequeñas dosis, no necesitan una dosis umbral para producirse, un sólo fotón bastaría para ocasionar el efecto, aunque al aumentar la dosis aumenta la probabilidad de aparición de estos efectos que suelen ser de tipo tardío; ejemplo: cáncer radio inducido, leucemia.¹³

Efecto determinístico: necesita una dosis umbral para producirse, por debajo de la cual la probabilidad de aparición es extremadamente baja. Suelen ser fundamentalmente efectos precoces ejemplo: eritema cutáneo, calvicie, aplasia medular. Afortunadamente, la posibilidad de que se produzcan efectos estocásticos es bajísima, pero existe y aumenta con las sucesivas exposiciones a los rayos X, ya que las dosis son acumulativas de por vida, por escasa que sea la dosis, no hay radiación sin riesgo. Al respecto, cabe señalar que una pequeña parte de las mutaciones genéticas y de las neoplasias malignas pueden atribuirse a la radiación natural de fondo. Por lo tanto la probabilidad de ocurrencia de tal efecto aumenta con la dosis y no existe una dosis umbral identificable, debajo de la cual se sepa que esa probabilidad sea cero.^{14,15}

La tabla II muestra la radiosensibilidad de algunos tipos celulares importantes en el organismo.¹⁶

TABLA II

RADIOSENSIBILIDAD DE ALGUNOS TIPOS CELULARES IMPORTANTES EN EL ORGANISMO	
Radio-sensibilidad	Tipo celular
Muy alta	Linfocitos, células hematopoyéticas inmaduras, Epitelio intestinal, espermatogonias y células foliculares del ovario.
Alta	Epitelio de la vejiga, epitelio esofágico, mucosa gástrica, membranas mucosas, epitelio de la epidermis y epitelio del cristalino.
Intermedia	Endotelio, cartílago en crecimiento, fibroblastos, Epitelios: pulmonar, renal, hepático, pancreático, tiroideo y suprarrenal.
Baja	Células hematopoyéticas maduras, células musculares, tejido conectivo maduro, hueso y Cartílago maduro y células ganglionares.

La dosis de radiación efectiva permite una comparación de riesgo relacionado con la radiación al tener en cuenta no solo la dosis que recibe cada órgano o tejido sino también la cantidad de tejido irradiado y el riesgo relativo del desarrollo de cáncer de cada tejido.^{17,18}

JUSTIFICACIÓN

Es necesario procurar en todo momento, evitar la realización innecesaria de estudios de tomografía de cráneo control, para proteger a nuestros pacientes de la radiación ionizante y con esto reducir al máximo y/o evitar los efectos secundarios de la radiación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuál será la dosis de radiación total efectiva aplicada por cada tomografía de cráneo realizada a cada paciente postquirúrgico, al finalizar su estancia hospitalaria en la UMAE especialidades CMN Siglo XXI?

HIPÓTESIS:

Los pacientes postquirúrgicos de cráneo que se encuentran hospitalizados reciben dosis elevadas de radiación al término de su estancia, debido al alto número de tomografías de cráneo simple de control prescritas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la dosis total de radiación equivalente efectiva (mSv), que recibe cada paciente postquirúrgico de cráneo al finalizar su estancia hospitalaria.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Conocer la cantidad promedio de dosis de radiación efectiva (mSv) que reciben los pacientes por estudio tomográfico de cráneo realizado (la mínima, la máxima y la media).

Definir con que frecuencia cada paciente post-operado de cráneo, es enviado a la realización de tomografía de cráneo simple como control post-quirúrgico.

MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO:

Prospectivo, transversa y observacional.

UNIVERSO DE TRABAJO:

Pacientes derechohabientes del IMSS, mayores de 18 años de edad, de ambos sexos pertenecientes al Hospital de Especialidades, del Centro Médico Nacional Siglo XXI "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" que hayan sido post-operados de cráneo, que cursen con hospitalización inmediata posterior al procedimiento quirúrgico y que sean candidatos a la realización de Tomografía de cráneo como control postquirúrgico.

VARIABLES:

VARIABLE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo en años cumplidos a partir del nacimiento de un individuo.	Independiente, Numérica, Discontinua	Numérica, Discontinua
Sexo	Condiciones anatómicas, fisiológicas y afectivas que definen un género.	Independiente, Categórica, Dicotómica	Femenino=0 Masculino=1
Dosis absorbida	Expresa la energía que la radiación deposita en un medio y no considera daño biológico causado.	Dependiente, Numérica, Continua	Numérica, Continua, mGy
Número de estudios en un periodo de dos meses	Cantidad de estudios realizados en un periodo de 60 días.	Independiente, Numérica, Continua	Numérica, Continua
CTDI vol*	Dosis promedio de exposición a un área representativa del paciente.	Dependiente, Numérica, Continua	Numérica, Continua, mGy
DLP***	Exposición de dosis al paciente después de escanear una distancia determinada.	Dependiente, Numérica, Continua	Numérica, Continua, mGy-cm
Dosis equivalente efectiva	Dosis promedio de radiación que permite cuantificar el riesgo de radiación en el cuerpo.	Dependiente, Numérica, Continua	Numérica, Continua, mSv

*CTDI vol: CT dose index o índice de dosis de tomografía computada por volumen.

**DLP: Dose length product o dosis producto de la longitud.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA:

Tamaño de la muestra: muestreo por conveniencia.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

- Pacientes que sean derecho-habientes del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Pacientes del sexo masculino o femenino.

- Pacientes postquirúrgicos de cráneo.
- Pacientes que envíe justificadamente el servicio de neurocirugía a la realización de tomografía de cráneo simple como control postquirúrgico durante el tiempo que amerite la estancia hospitalaria.

Criterios de exclusión:

1.-Pacientes de reingreso.

PROCEDIMIENTO:

El estudio de Tomografía multidetector de cráneo simple, será solicitado por el médico tratante, específicamente pacientes hospitalizados y que sean postquirúrgicos de cráneo, la solicitud será evaluada y autorizada por el médico radiólogo adscrito al área de Tomografía Computada. El paciente será ingresado al sistema digital Q-DOC de acuerdo a la solicitud, posteriormente se solicitará al paciente para ser trasladado a la brevedad a la sala de tomografía computada.

Al presentarse al servicio de tomografía computada, el paciente será recibido por el médico residente de radiología quién verificará el estado de conciencia y su identidad, así mismo se encargará de informarle del procedimiento al paciente o a alguno de sus familiares, le drá a firmar la carta de consentimiento informado para la realización del estudio.

El paciente será colocado indistintamente en uno de los dos tomógrafo que se encuentre disponible en ese momento, ya sea en la mesa del tomógrafo MD Aquilion marca Toshiba de 64 detectores, o en la mesa del tomógrafo General Electric Brigh Speed de 16 detectores, en decúbito dorsal, se usará el cabezal de cráneo, se realizará el escanograma y posteriormente la tomografía de cráneo en fase simple, de modo helicoidal, con angulación del gantry orbitomeatal y grosor del corte de 5mm, pitch 1:1.

Para el escanograma en el Tomógrafo de 16 detectores se utilizarán 120 kV, 10 mAs, 1 segundo de tiempo de rotación. Para realizar la tomografía en fase simple en este tomógrafo, serán utilizados 140 kV, 240 mAs y 0.75 segundos de tiempo de rotación y al utilizar el Tomógrafo de 64 detectores se usará para el escanograma 120 kV, 50 mAs y 0.75 segundos de tiempo de rotación y al momento de realizar la tomografía de cráneo simple se utilizarán 120 kV, 300 mAs y 1 segundo de tiempo de rotación.

El estudio se enviará al sistema "PACS" junto con el recuadro que arrojan de manera automática los dos tomógrafos con los que cuenta el servicio de radiología, dicho recuadro especifica la dosis producto de la longitud o DLP; para de esta manera realizar la conversión a milisieverts, y obtener la dosis equivalente efectiva de radiación aplicada a cada paciente dependiendo del número de estudios tomográficos de cráneo simple control requeridos durante su estancia hospitalaria postquirúrgica.

Al término del estudio el paciente será acompañado por el médico residente a su cama, posteriormente dicho estudio será evaluado e interpretado por el médico adscrito del servicio de radiología.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

El análisis estadístico de los datos incluirá los valores absolutos de las variables cuantitativas expresados en promedio \pm desviación estándar y con frecuencias absolutas y relativas de las variables cualitativas expresadas en proporciones o a través de las medianas y rangos.

CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El presente trabajo se efectuará tomando en cuenta las recomendaciones emitidas por la declaración de Helsinki para estudios biomédicos y los parámetros establecidos por la SSA para la investigación biomédica en la República Mexicana en 1982. El estudio fue revisado para su aprobación por el Comité Local de Investigación del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Se informará ampliamente de las características

del estudio a cada uno de los pacientes o al familiar, se dará a firmar una carta de consentimiento informado para la realización de la tomografía de cráneo.

La realización de este estudio no modifica las condiciones clínicas del paciente.

En el presente trabajo no existe riesgo adicional, sólo el inherente al procedimiento radiológico prescrito ampliamente por el médico tratante.

RECURSOS PARA EL ESTUDIO:

a) RECURSOS HUMANOS:

- Médicos de base adscritos al área de tomografía computada.
- Médicos residentes que estén rotando en el área de tomografía computada.
- Técnicos radiólogos asignados al área de tomografía.
- Personal de enfermería asignada al área de tomografía computada.
- Asesor metodológico.
- Asesor clínico.
- Investigador principal.

b) RECURSOS MATERIALES:

Dos tomógrafos:

1. Aquilion marca Toshiba de 64 detectores.
2. General Electric Brigh Speed de 16 detectores.

Ambos se ubican en el área de tomografía del servicio de Radiología en la UMAE "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" Centro Médico Nacional Siglo XXI, I. M. S. S.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Estado del arte	x							
Diseño del protocolo		x	x					
Comité local				x				
Recolección de datos					x	x		
Análisis de resultados							x	
Redacción manuscrito							x	x
Envío del manuscrito								x

RESULTADOS

En el periodo comprendido entre el 1 de julio al 31 de agosto del 2012, se incluyeron un total de 112 pacientes, de los cuales 63 (56.25%) fueron mujeres y 49 (43.75%) hombres con una edad promedio de 55 años, siendo la mínima 26 y la máxima 78 años (Ver figura 1 y 2).

El tiempo de estancia hospitalaria promedio fue de 7 días y el tiempo de seguimiento tomográfico promedio 3 días (Ver figuras 3 y 4).

El total de tomografías de cráneo simple realizadas durante la estancia hospitalaria por paciente fue en promedio 3 tomografías, siendo el mínimo 2 y el máximo 7 tomografías (Ver figura 5).

Los diagnosticos post-quirúrgicos de cráneo fueron en orden de frecuencia: postquirúrgico de tumor cerebral, postquirúrgico de drenaje de hematoma subdural, postquirúrgico de clípaje de aneurisma, postquirúrgico de craniectomía descompresiva, postquirúrgico de colocación de neuroestimulador, postquirúrgico de drenaje de absceso (Ver figura 6).

En promedio el DLP obtenido por estudio tomando en cuenta los dos tomógrafos fue de 447.78 mGy-cm, con un mínimo de 384.11 mGy-cm y un máximo de 1,244.80 mGy-cm.

En promedio la dosis efectiva de radiación aplicada por estudio fue de 1.11 mSv, con un mínimo de 0.96 mSv y un máximo de 3.11 mSv.

El total de la suma de radiación efectiva empleada en promedio en cada paciente al termino de su estancia hospitalaria arroja ser de 3.33 mSv, con un mínimo de 2.88 mSv y un máximo de 9.33 mSv (Ver tabla 7)

Tabla 7 Radiación efectiva en cada paciente a manera de tabla

EL TOTAL DE RADIACIÓN EFECTIVA EMPLEADA EN PROMEDIO EN CADA PACIENTE AL TERMINO DE SU ESTANCIA HOSPITALARIA TRADUCIDO EN MÍNIMA, MÁXIMA, PROMEDIO (EXPRESADO EN mSv).

mínimo de 2.88 mSv, máximo de 9.33 mSv, promedio de 3.33 mSv

Figura 1 Distribución por género

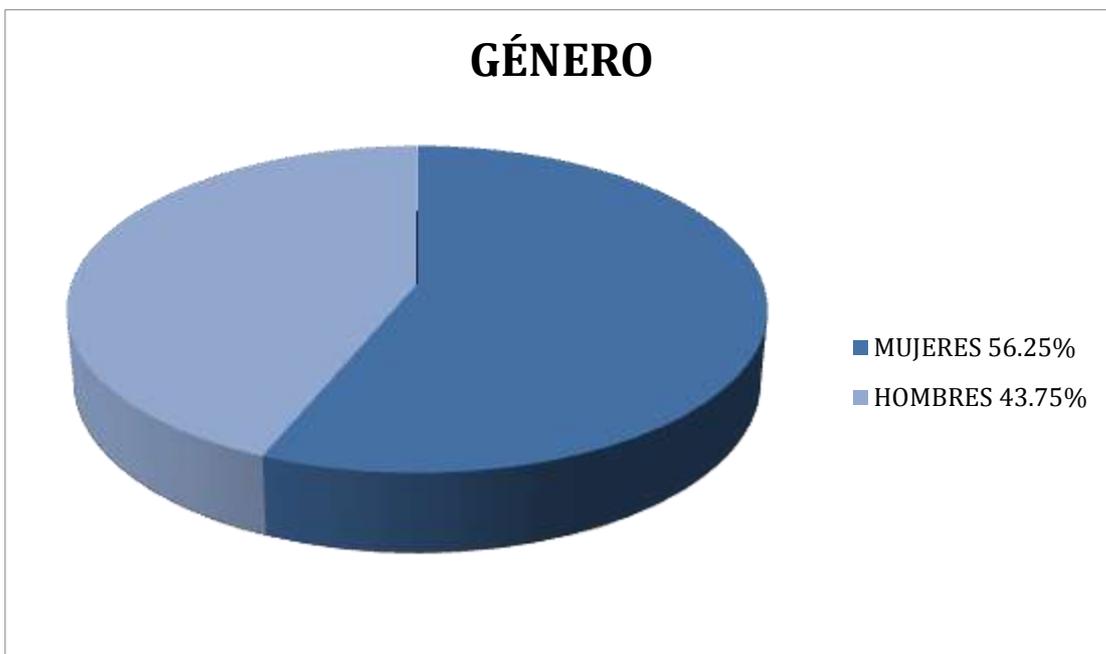


Figura 2 Distribución por grupo de edad

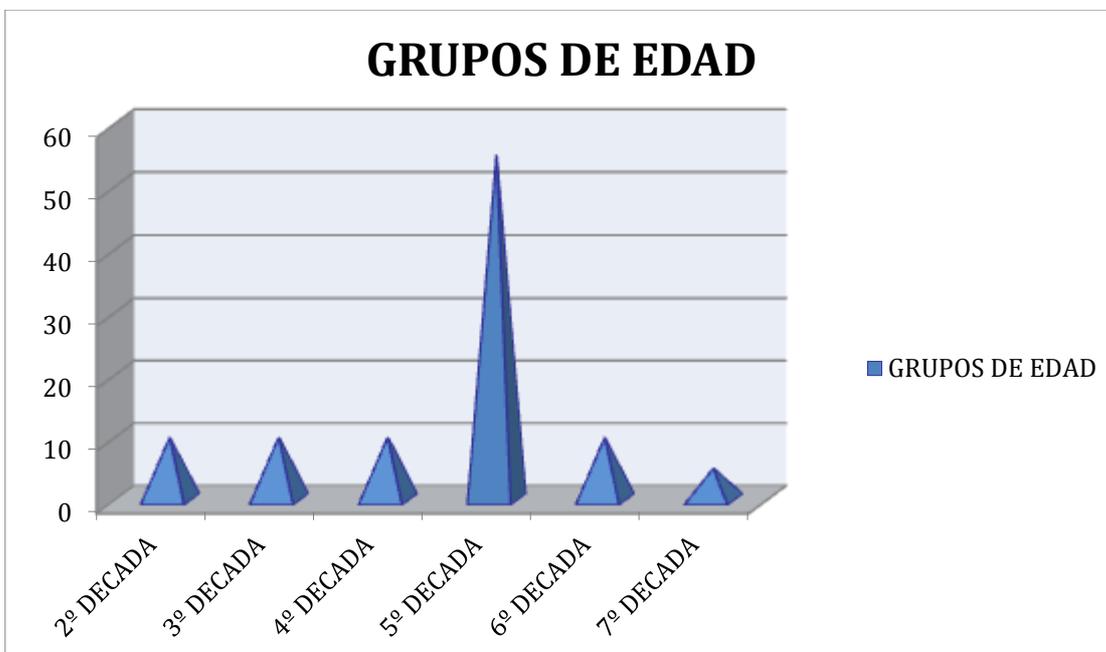


Figura 3 Distribución por días de estancia hospitalaria



Figura 4 Distribución por días de seguimiento tomográfico

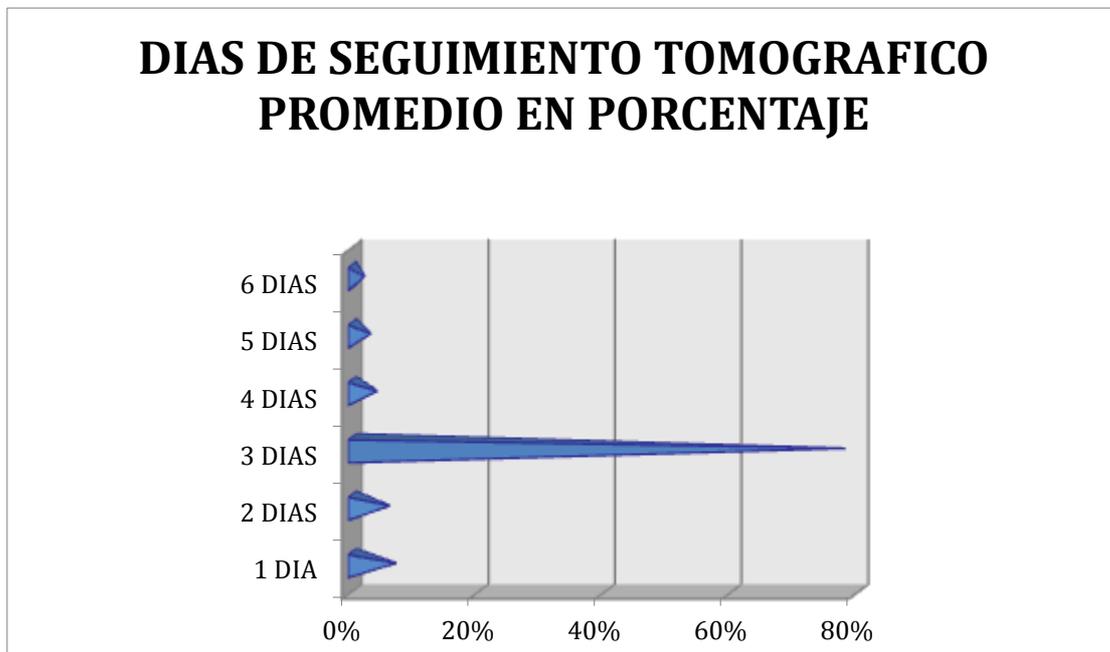


Figura 5 Distribución por número de tomografías promedio realizadas durante la estancia hospitalaria

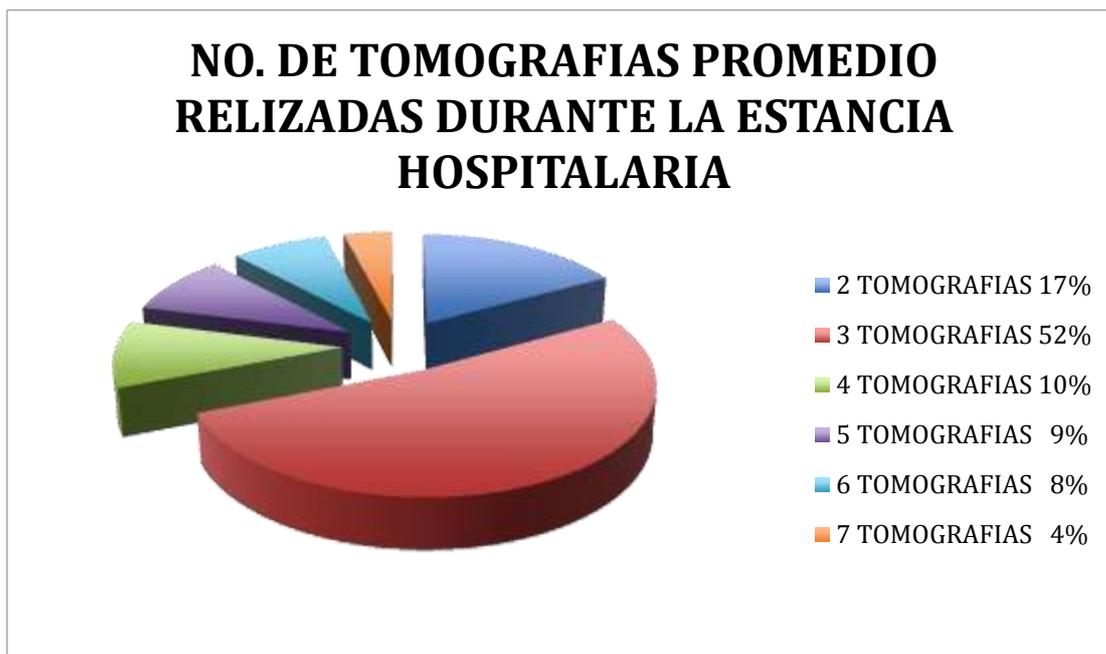
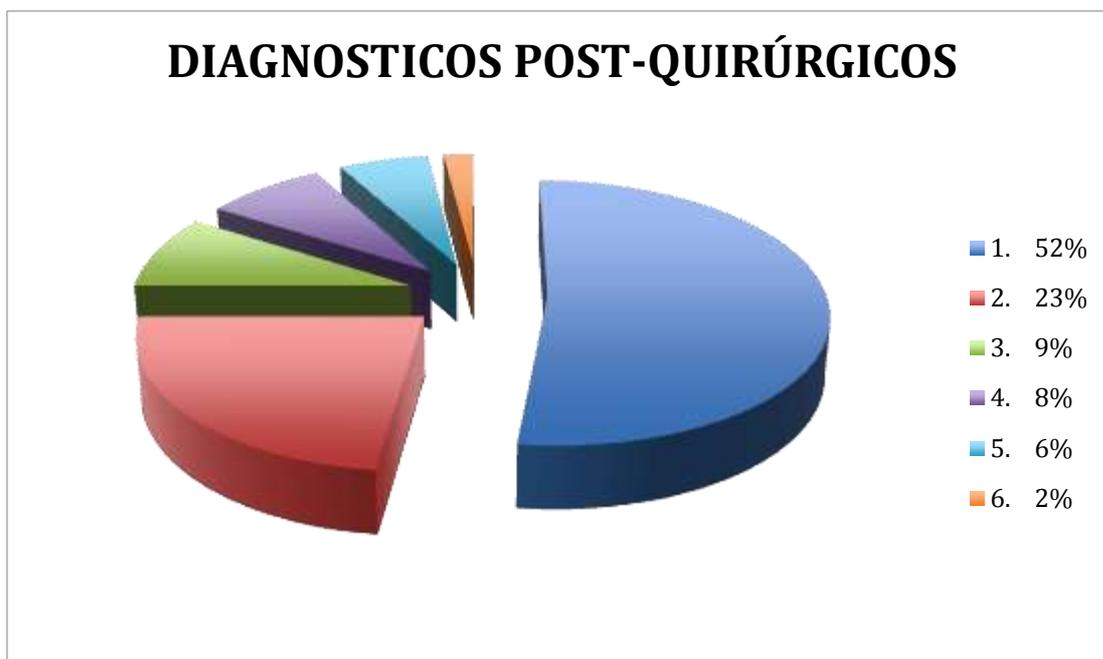


Figura 6 Distribución en orden de frecuencia de diagnostico post-quirúrgicos



1. Postquirúrgico de tumor cerebral.....	52%
2. Postquirúrgico de drenaje de hematoma subdural.....	23%
3. Postquirúrgico de clípaje de aneurisma.....	9%
4. Postquirúrgico de craniectomía descompresiva.....	8%
5. Postquirúrgico de colocación de neuroestimulador.....	6%
6. Postquirúrgico de drenaje de absceso.....	2%

DISCUSIÓN

Al realizar el análisis estadístico de los datos, incluir los valores absolutos de las variables cuantitativas expresadas en promedio \pm desviación estandar y con frecuencias absolutas y relativas de las variables cualitativas determinadas en proporciones se obtiene; que la dosis equivalente efectiva promedio expresada en milisieverts al termino de la estancia hospitalaria de cada paciente arroja ser de 3.33 mSv, con un mínimo de 2.88 mSv y un máximo de 9.33 mSv, traduciendo una praxis adecuada en la realización de tomografías de cráneo solicitadas como control postquirúrgico a los pacientes durante su estancia hospitalaria y un efectivo control de calidad en cada uno de los dos tomográficos los cuales emiten la minima dosis de radiación requerida para cada estudio, el resultado es, dosis efectivas de radiación dentro de lo permitido en la norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1996, salud ambiental, protección y seguridad radiológica en el diagnostico médico con rayos X.

ANEXOS:

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, DELEGACIÓN No. 3 DEL
DISTRITO FEDERAL**

**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPULVEDA
GUTIERREZ”**

CMN SIGLO XXI

SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN

**TITULO DE TESIS: “CUANTIFICACION DE DOSIS EQUIVALENTE
EFECTIVA DE RADIACIÓN, APLICADA MEDIANTE TOMOGRAFÍA DE
CRANEO SIMPLE, EN PACIENTES POST-QUIRURGICOS DE CRÁNEO
DURANTE SU ESTANCIA HOSPITALARIA, EN EL HOSPITAL DE
ESPECIALIDADES DR. “BERNARDO SEPULVEDA GUTIÉRREZ” CENTRO
MEDICO NACIONAL SIGLO XXI”.**

Anexo 1.

Ficha de recolección de datos

Nombre y apellido del paciente: _____

Edad del paciente: _____

Sexo del paciente: _____

Diagnostico postquirúrgico de cráneo: _____

Número de días hospitalizado (especifique): _____

Número tomografías de cráneo simple control posquirúrgico realizadas durante su estancia hospitalaria (especifique): _____

Anexo 2.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACIÓN DE TOMOGRAFÍA EN FASE SIMPLE

México, D.F., a ____ de _____ de 2012.

Nombre del paciente: _____

No. De Afiliación: _____, en pleno uso de mis facultades legales y en el ejercicio de mi capacidad legal declaro lo siguiente:

1. Expreso mi libre voluntad para autorizar la realización de tomografía computada en fase simple, realizado en el Departamento de Radiología e Imagen, en el servicio de Tomografía Computada del Hospital de Especialidades C.M.N. Siglo XXI.
2. El equipo médico del área me ha proporcionado la información respecto al diagnóstico, el estudio a realizar, los posibles efectos adversos y complicaciones que implican la realización de éste estudio.
3. Se ha permitido externar las dudas surgidas a partir de la explicación previa, las cuales han sido respondidas satisfactoriamente, por lo que manifiesto estar enteramente satisfecho y he comprendido claramente los alcances, riesgos y alternativas del estudio a realizar.

Diagnóstico: _____

Estudio a realizar: _____

Posibles Complicaciones: _____

Mediante el presente expreso mi CONSENTIMIENTO LIBRE, ESPONTANEO, para participar en el estudio mencionado.

Firma del paciente o Tutor legal

Firma del médico

Firma del testigo

Anexo 3.

Nombre del paciente:
de día de estancia hospitalaria:
del tomógrafo en el que se realizó el estudio:
de tomografía realizada:
DLP:
mSv:
Total de mSv (durante su hospitalización):

BIBLIOGRAFÍA

1. Cura J, Pedraza S, Gayete, Radiología esencial, Volumen I, Buenos Aires, Panamericana 2010; 3:150-165.
2. Lee J, Sagel S, Heiken J, Body TC, Vol I, Madrid España, Marban, 2007; 1:23-26.
3. Norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1996, salud ambiental, protección y seguridad radiológica en el diagnostico médico con rayos x.
4. Strauss K, Goske M, Kaste S, Image Gently, Ten Steps You Can Take to Optimize Image Quality and Lower CT for Pediatric Patients, AJR 2010; 194:868-873.
5. Hamberg L, Rhea J, Hunter G, Multi-Detector Row CT, Radiation Dose Characteristics, Radiology 2008; 226:762-772.
6. Norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1996, salud ambiental, protección y seguridad radiológica en el diagnostico médico con rayos X.
7. Mc Collough C, Guimaraes L, Fletcher J, In Defense of Body CT, AJR 2010; 193:28-39.
8. Verdun F, Bochud F, Gudinchet F, Quality, Radiation Risk, What You Should Know To Tell Your Patients, RadioGraphics 2008; 28:807-1816.
9. Muhogora W, Ahmed N, Almosabihi A, Patient Dose in Radiographic Examinations in 12 Countries in Asia, Africa, and Eastern Europe: Initial Results from IAEA Projects, AJR 2008; 190:453-1461.
10. Perkins AC, Nuclear medicine, Science and safety, Eastleigh John Libbery, 2a ed, 1995; 82:543-549.
11. Mc Nitt-Gray M, AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in CT RadioGraphics, 2002; 22:1541-1553.
12. Haaga J, Radiation Dose Management, Weighing Risk Versus Benefit, AJR 2001; 150:177-187.

13. Slovis T, Children, Computed Tomography Radiation Dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) Concept, *Pediatrics*, 2003; 112:971-972.
14. Pierce D, Preston D, Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors, *Radiation research*, 2000; 154:178-186.
15. Huda W, Vance A, Patient Radiation Dose from Adult and Pediatric CT, *AJR*, 2007; 188:540-546.
16. Lee C, Haims A, Monico E, Diagnostic CT Scans: Assessment of Patient, Physician, and Radiologist Awareness of Radiation Dose and Possible Risk, *Radiology*, 2004; 231:393-398.
17. Handbook of neurosurgery, Greenberg M, editorial Thieme, sexta edición; 171-204.
18. Dieter H; Galanski M; Hidajat N, Book Review, Radiation Exposure in Computed Tomography: Fundamentals, Influencing Parameters, Dose Assessment, Optimisation, Scanner Data, Terminology. *AJR*; 179:300-3006.