

Universidad de Oviedo

Centro Internacional de Postgrado

Máster Universitario en Enfermería de Urgencias y Cuidados Críticos

“Seguridad de los pacientes ante las radiaciones ionizantes en Cuidados Intensivos”

Patricia Ríos Nacarino

Mayo 2014

Trabajo Fin De Máster

Índice

1. Glosario	6
2. Introducción	9
3. Objetivos del trabajo	14
3.1_ Objetivo principal	15
3.2_ Objetivos secundarios	15
4. Metodología	16
4.1_ Tipo de estudio.....	17
4.2_ Lugar de estudio	17
4.3_ Tiempo de estudio	17
4.4_ Sujetos a estudio	18
4.5_ Cálculo de tamaño muestral	18
4.6_ Método de recogida de datos	19
4.7_ Variables a medir y comparar	19
4.8_ Aspectos éticos	20
4.9_ Análisis de datos	21
5. Resultados	22
6. Discusión	27
7. Conclusiones	32
8. Bibliografía	34
9. Anexos	36
9.1_ Anexo I.....	37
9.2_ Anexo II	38
9.3_ Anexo III	39
9.4_ Anexo IV	40
9.5_ Anexo V	41

1. Glosario

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

CSN: Consejo de Seguridad Nuclear.

ICRP: Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Ionización: Fenómeno por el que un átomo pierde o gana electrones.

Radiación ionizante: Radiaciones compuestas por fotones o por partículas capaces de producir iones directa o indirectamente.

Radiodiagnóstico: Utilización de los rayos x con fines diagnósticos: radiología convencional, tomografía axial computerizada, angiografía, etc.

Rx: Radiografía simple, una o más placas.

TAC: Tomografía por computador.

Dosímetro: Aparato que permite medir la dosis absorbida.

Dosis absorbida: Cociente de la energía media cedida por la radiación ionizante dividida por la masa del material irradiado.

Dosis efectiva: Suma ponderada de las dosis equivalentes medias, recibidas en los distintos órganos o tejidos. El factor de ponderación tiene en cuenta diferente radiosensibilidad de cada órgano, frente a los efectos de tipo estocástico.

Dosis equivalente: Producto de la dosis absorbida por el factor de calidad (w_R) que tiene en cuenta las características de la radiación.

Efectos biológicos estocásticos o probabilísticos: Son los que se caracterizan por una relación dosis-efecto de naturaleza probabilística. No existe dosis umbral y una vez producidos son siempre graves.

Efectos biológicos no estocásticos: Son los que se caracterizan por una relación de causalidad determinista entre la dosis y el efecto. Se manifiestan cuando la dosis recibida supera un determinado valor, dosis umbral. Su gravedad depende de la dosis recibida.

Sievert: Unidad del Sistema Internacional que mide la dosis absorbida por la materia viva. 1 Sv equivale a un julio entre 1 kilogramo de materia.

Gray: Unidad del Sistema Internacional que mide la dosis absorbida por la materia viva. 1 Gy equivale a un julio por 1 kilogramo de materia. Su diferencia con el Sv es que este último está corregido por el daño biológico que producen las radiaciones. Se cumple que $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$

Informe BEIR: Informe "The Biological Effects of low Doses of Ionizing Radiation", emitido por la National Academy of Sciences de EEUU. Estima el riesgo de muerte por cáncer por la exposición a diferentes dosis de radiación.

Zona vigilada: Aquélla en la que existe probabilidad de recibir dosis superiores a los límites para los miembros del público, siendo muy improbable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv o dosis equivalentes superiores 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, piel y extremidades.

Zona controlada: Aquélla en la que existe probabilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv o dosis equivalentes a los 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, piel y extremidades.

ALARA: Las siglas significan "Tan bajo como sea razonablemente posible". Toda dosis de radiación implica algún tipo de riesgo; por ello no es suficiente cumplir con los límites de dosis que están fijados. Las dosis deben reducirse aún más.

2. Introducción

Llamamos radiación a la energía que se propaga en forma de onda a través del espacio. El hombre recibe radiación cósmica procedente del espacio y radiación del radón, procedente de la tierra; ingiere a diario productos naturales y artificiales que contienen sustancias radiactivas; en sus huesos hay polonio y radio radiactivo, en sus músculos hay carbono y potasio radiactivos, y en sus pulmones, gases nobles y tritio, también radiactivos. Esta radiación es constante y nada podemos hacer para evitarla.

Pero además, el ser humano también está expuesto a fuentes de radiación artificiales. La utilización de estas fuentes como los rayos x, en actividades de la medicina, la industria, la agricultura o la investigación, han constatado muchos beneficios a la humanidad, pero también ciertos riesgos que inciden sobre grupos de trabajadores y sobre la población en su conjunto.¹

Para poder entender lo que ocurre en el organismo como consecuencia de la exposición a la radiación, es necesario comprender que las consecuencias tienen su origen en los efectos a nivel celular.

Cuando una partícula que proviene de la radiación atraviesa el medio celular, es posible que su campo eléctrico consiga arrancarle electrones a las moléculas que constituyen la membrana, el citoplasma o el núcleo celular. El proceso se llama ionización, pues las moléculas que antes eran eléctricamente neutras, se transforman en iones (partículas cargadas), debido a la pérdida de un electrón. La radiación capaz de producir ionización se conoce como radiación ionizante.

Una molécula ionizada tiene propiedades que pueden ser muy diferentes a aquéllas de la molécula neutra. Por esto, una sola ionización puede significar que las funciones originalmente realizadas por la molécula ya no se puedan cumplir.

Como la ionización es un proceso que ocurre al azar, cualquier molécula puede resultar modificada al irradiarse la célula. Si afecta a la membrana celular, puede causar la muerte de la célula. Si afecta a una organela del citoplasma, sus funciones pueden ser asumidas por otra estructura similar. Pero si afecta al ADN nuclear, puede perderse o modificarse la información almacenada en los genes, dando lugar a mutaciones. Este daño se pondrá de manifiesto durante la siguiente mitosis y es posible que no pueda realizarse; en este caso la célula morirá. Pero también es posible que el gen dañado se divida descontroladamente. Se piensa que esta pérdida de control en la etapa de división celular, puede ser una de las causas de la formación de un tumor.²

Los efectos de las radiaciones ionizantes se dividen en deterministas y probabilísticos o estocásticos. Los primeros, se producen siempre que se sobrepase un umbral de dosis; incluyen la radiodermatitis, las lesiones en la placa de crecimiento o las cataratas. Los efectos estocásticos no tienen un umbral por debajo del cual no se producen, y con el aumento de la dosis, se incrementa la probabilidad del efecto, pero no su gravedad; son fundamentalmente la teratogénesis y las neoplasias radioinducidas.³

Los efectos de la radiación en diferentes tejidos dependen en gran medida de la velocidad de división celular durante y después de la radiación. Debido a la complejidad del proceso de replicación y a la necesidad de precisión al transmitir el código genético, una célula es más sensible a los efectos de la radiación durante la mitosis que en otras etapas de su ciclo celular. ²

En seres humanos, no se ha detectado ningún efecto por debajo de 100 mSv, o por lo menos no hemos encontrado ninguna publicación que así lo refleje. Con una radiación por encima de 50 Sv en todo el cuerpo, la muerte es inevitable. No hay unas indicaciones claras de la relación de dosis y los daños que causan.

En la siguiente tabla se puede ver la relación de umbrales de dosis estimados para aproximadamente 1% de incidencia de morbilidad en tejidos y órganos de adultos expuestos a radiación aguda, fraccionada, prolongada y crónica. ⁴

Efecto	Órgano/Tejido	Tiempo de desarrollo del efecto	Dosis absorbida que resulta en 1% de incidencia		
			Exposición aguda (Gy)	Exposición fraccionada alta (2 Gy/fracción) o exposiciones prolongadas equivalentes (Gy)	Tasa de dosis anual (crónica) durante muchos años (Gy/año)
Esterilidad temporal	Testículos	3-9 semanas	~ 0,1	ND	0,4
Esterilidad permanente	Testículos	3 semanas	~ 6	< 6	2,0
Esterilidad permanente	Ovarios	< 1 semana	~ 3	6,0	> 0,2
Depresión, hemopoyesis	Médula ósea	3-7 días	~ 0,5	~ 10-14 Gy	> 0,4
Xerostomía	Glándulas salivares	1 semana	ND	< 20	ND
Disfagia, estenosis	Esófago	3-8 meses	ND	55	ND
Dispepsia, ulceración	Estómago	2 años	ND	50	ND
Estenosis	Intestino delgado	1,5 años	ND	45	ND
Estenosis	Colon	2 años	ND	45	ND
Disfunción anorrectal	Recto	1 año	ND	60	ND
Hepatomegalia, ascitis	Hígado	2 semanas a 3 meses	ND	< 30-32	ND
Fase importante de enrojecimiento de la piel	Piel (grandes áreas)	1-4 semanas	< 3-6	30	ND
Quemaduras cutáneas	Piel (grandes áreas)	2-3 semanas	5-10	35	ND
Pérdida de cabello	Piel	2-3 semanas	~ 4	ND	ND
Atrofia tardía	Piel (grandes áreas)	> 1 año	10	40	ND
Telangiectasia @ 5 años	Piel (grandes áreas)	> 1 año	10	40	ND
Catarata (deficiencia visual)	Ojo	> 20 años	~ 0,5	~ 0,5	~ 0,5 dividido por los años de duración
Neumonitis aguda	Pulmón	1-3 meses	6-7	18	ND
Edema	Laringe	4-5 meses	ND	70	ND
Insuficiencia renal	Riñón	> 1 año	7-8	18	ND
Fibrosis/necrosis	Vejiga	> 6 meses	15	55	ND
Estenosis	Uréteres	> 6 meses	ND	55-60	ND
Fractura	Hueso adulto	> 1 año	ND	50	ND
Fractura	Hueso en crecimiento	< 1 año	ND	25	ND
	Músculo	Varios años	ND	55	ND
Disfunción endocrina	Tiroides	> 10 años	ND	> 18	ND
Disfunción endocrina	Pituitaria	> 10 años	ND	≤ 10	ND
Parálisis	Médula espinal	> 6 meses	ND	55	ND
Necrosis	Cerebro	> 1 año	ND	55-60	ND
Defectos cognoscitivos	Cerebro	Varios años	1-2	< 20	ND
Defectos cognoscitivos niños < 18 meses	Cerebro	Varios años	0,1-0,2	ND	ND

ND: no disponible.

Algunos de los efectos que se ha observado, son por ejemplo, la aparición de eritema en la piel tras radiaciones entre 0,3 y 1 Sv. El síndrome de irradiación aguda, que consiste en una multiplicidad de respuestas que involucran reacciones hematopoyéticas, gastrointestinales y neurovasculares, que dependen de la dosis y el tiempo transcurrido, aproximadamente se objetiva con dosis entre 3,3 y 4,5 Sv. Existe también el síndrome de radiación crónica, que es un síndrome clínico que contrae el ser humano tras exposiciones del cuerpo entero que exceden las dosis ente 0,7 y 1 Sv al año y dosis acumulativas de 2 a 3 Sv en 2-3 años; se caracteriza por la inhibición de hematopoyesis y reacciones inmunes, y trastornos estructurales y funcionales de los sistemas nervioso-central, cardiovascular y de otros órganos. La linfopenia aparece al cabo de 24-48 horas tras la irradiación, si decrece en menos de 14 días, significa que el paciente ha recibido una dosis total corporal entre 5 y 6 Sv.

El ser humano ha estado expuesto a las radiaciones desde su aparición sobre la tierra, pero sólo fue capaz de identificarlas y usarlas desde 1895 cuando Wilhelm Konrado Roentgen descubrió los rayos x. Becquerel ya habló de la radioactividad en 1896, al igual que Marie y Pierre Curie, que descubrieron la radioactividad en 1897, y fue en ese mismo año cuando se identificó la primera lesión cutánea. Y en 1902, un cáncer producido por una máquina de rayos x. En 1911, se publicaron los primeros casos de cáncer radioinducidos por un radionucleido.^{4,5}

Apenas se descubrieron los rayos x y la radioactividad, su uso se generalizó en los hospitales y laboratorios del mundo entero. A comienzos de nuestro siglo, los tubos de rayos x se producían masivamente y se distribuían a todos los países. Por tratarse de fenómenos recién descubiertos, cuya naturaleza ni siquiera se entendía totalmente, no se tomaban precauciones y fueron muchos los que sufrieron los efectos negativos de una exposición excesiva e incontrolada. Las personas más expuestas a la radiación fueron los médicos radiólogos, que utilizaban los rayos x, y los científicos, que manipulaban material radiactivo.

Debido a que fueron precisamente los médicos y los físicos las primeras víctimas del exceso de radiación, rápidamente se tomó conciencia del problema dentro de la comunidad científica.

En 1928, durante el Congreso Internacional de Radiología celebrado en Londres, se estableció la Comisión Internacional de Protección Radiológica, conocida como ICRP. En 1980 fue creado el Consejo de Seguridad Nuclear, que es el único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica en España.

El CSN establece que las dosis de radiación recibidas por las personas no deben superar los límites recomendados para cada circunstancia; las personas no deben ser expuestas a un nivel de riesgo inaceptable, por lo que la legislación española establece esos límites de dosis. Estos han de ser respetados siempre. El uso del criterio ALARA está también exigido legalmente. En España, las recomendaciones de la ICRP están contenidas en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. La ICRP revisó algunos de los límites de dosis en noviembre de 1990, y como consecuencia de ellos, los nuevos límites han sido incorporados en la Directiva de Protección Radiológica de la Unión Europea y en las reglamentaciones de los Estados Miembros.¹

El límite anual de dosis para los miembros del público en la totalidad del organismo es de 1 mSv/año oficial. El CSN podrá autorizar valores de dosis efectiva superiores en un único año oficial, siempre que el promedio durante 5 años oficiales consecutivos no sobrepase 1 mSv/año oficial.

El límite anual para el cristalino se sitúa en 15 mSv/año oficial. Para la piel, mano, antebrazo, pies y tobillo, se sitúa en 50 mSv/año oficial.⁶

Aunque no se dispone de datos actuales sobre la frecuentación radiológica global en España, los datos parciales de diversas aéreas sanitarias y algunas comunidades autónomas (Galicia, Madrid, Castilla y León, Castilla la Mancha y Extremadura), indican que la frecuencia oscila entre 700 y 1100 exploraciones/año por cada 1000 habitantes, con una cifra promedio cercana a las 800 exploraciones, que podrían sobrepasar las 900 si se consideran los estudios realizados en centros privados.

Estos datos demuestran un notable incremento con respecto de la demanda existente en 1988, que era del orden de las 490 exploraciones/año.⁴

Las radiaciones ionizantes son uno de los carcinógenos mejor estudiados, suponiendo el radiodiagnóstico la mayor fuente de radiación no natural sobre la población. Un reciente estudio estima que el 0,6% de todos los cánceres del Reino Unido son inducidos por la radiación diagnóstica, en Alemania el 1,5% y en Japón el 3%. El Departamento de Salud de los Estados Unidos ha incluido recientemente los rayos x en la lista de carcinógenos humanos.⁷

El personal sanitario es el responsable de la seguridad del paciente durante su estancia en el hospital, por lo que es el responsable también de la seguridad del paciente ante la radiación diagnóstica y/o terapéutica; y ello está recogido en el Real Decreto de 783/2001 del 6 de julio.⁸ Debemos actuar en consecuencia, disminuyendo al mínimo la radiación intrahospitalaria de los pacientes, informándoles y protegiéndoles ante las pruebas radiológicas que precisen, sin sacrificar o limitar indebidamente los evidentes beneficios en la prevención, en el diagnóstico y también en la curación eficaz de las enfermedades.

3. Objetivos

3.1_ OBJETIVO PRINCIPAL

- Cuantificar la radiación relacionada con las pruebas radiográficas de imagen a las que se han sometido los pacientes, durante un ingreso en Cuidados Intensivos.

3.2_ OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Identificar que pruebas radiodiagnósticas son las más realizadas.
- Estudiar la relación entre las características demográficas y clínicas, y la realización de estudios radiográficos durante su estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos.

4. Material y Método

4.1_ TIPO DE ESTUDIO

Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo.

4.2_ LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se llevo a cabo en el Hospital Central de Asturias (HUCA), cuya estructura física es la siguiente: 1324 camas instaladas, 29 quirófanos, 203 locales de consultas externas, 19 puestos de hemodiálisis, 4 paritorios y 123 puestos de hospital de día. Para todo ello, dispone del siguiente equipamiento: 4 TAC helicoidal, 2 RNM, 1 litotriector, 2 angiógrafos digitales, 2 salas de hemodinámica, 1 sala de electrofisiología, 3 aceleradores lineales, 1 radioterapia superf, 3 planificadores, 2 simuladores, 40 riñones artificiales, 1 equipo de cobaltoterapia, 1 tomogammacámara SPECT:1, 1 tomogammacámara SPECT/CT:1, 9 Rx portátiles, 2 alta tasas y 6 ecocardiógrafos.

Durante el año 2009, se contabilizaron 40.227 ingresos con una ocupación del 83,8% y una estancia media de 9,12 días. En 2010 hubo 38.798 ingresos con una ocupación del 82,8% y una estancia media de 9,04 días. En 2011 ingresaron 36,913 pacientes con una ocupación del 81% y una estancia media de 8,81 días. En 2012 ingresaron 35.242 pacientes con una ocupación del 80,5% y una estancia media de 9 días. En este mismo año en la UCI donde se realizó este estudio, con un total de 36 camas, ingresaron 967 pacientes con una ocupación del 76,8% y una estancia media de 14,7 días.

Dicho hospital consta de 3 UCIS; una situada en el edificio de Silicosis, otra específica del Área del Corazón en el edificio del Hospital, y otra más general en el edificio de Residencia. Es en esta última donde se llevó a cabo el estudio.

En la Unidad de Cuidados Intensivos donde ha sido realizado el estudio, los pacientes que ingresan presentan diferentes afecciones, politraumas, hemorragias cerebrales, postoperados, trasplantes hepáticos, sepsis, shock hemorrágicos, etc.

4.3_ TIEMPO DE ESTUDIO

Enero a Diciembre 2013.

4.4_ SUJETOS A ESTUDIO

Todo paciente que ingresa en la Unidad de Cuidados Intensivos, del edificio de Residencia.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Edad mayor de dieciocho años.
- Encontrarse ingresado durante el tiempo de estudio y en el lugar de estudio.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- No cumplir los criterios de selección anteriores.

4.5_ CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL

El estudio ha sido realizado durante el año 2013, al conocer el número total de ingresos durante ese año; tomamos la fórmula de poblaciones finitas para el cálculo muestral.⁹

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- N = Total de la población, un total de 875 ingresos en UCI durante 2013
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (para una seguridad del 95%)
- p = proporción esperada (5% = 0.05)
- q = 1 – p (1-0.05 = 0.95)
- d = precisión un 5%

Precisamos una muestra de 68 pacientes, los cuales fueron seleccionados de forma aleatoria simple, sobre el total de pacientes ingresados en UCI durante el año 2013.

4.6_ MÉTODO DE RECOGIDA DE DATOS

- Los datos se recogieron tras un examen detallado de los documentos de la Historia Clínica, referentes al episodio asistencial: gráficas diarias e informes médicos de UCI; y del programa informático Impax, donde se reflejan las pruebas radiológicas que se le realizaron a los pacientes.
- Hoja de datos previa al estudio (Anexo I), en la cual se recogieron los datos de la historia clínica referentes a la información general del paciente, como son:
 - Características sociodemográficas: edad y sexo.
 - Datos clínicos: diagnóstico al ingreso, fecha de ingreso y alta de la unidad, necesidad de vía venosa y ventilación mecánica durante el ingreso.
- Hoja de registro de pruebas (Anexo II), en el cual se recogieron los datos de número y tipo de pruebas radiodiagnósticas que se le realizan a los pacientes durante su ingreso (radiografías, tomografías computerizadas, angiografías, urografías...), a través del programa informático Impax (facilitado por el servicio de informática del HUCA)

4.7_ VARIABLES A MEDIR Y COMPARAR

VARIABLE FACTOR A ESTUDIO

- **Radiación:** variable cuantitativa. Cantidad de radiación en mSv a la que es sometida el paciente teniendo en cuenta Rx, TAC, y otras pruebas radiodiagnósticas. Medida con escala de razón (Anexo III).⁶

Para calcular la radiación durante el ingreso, se ha recogido el número de pruebas radiológicas a las que se ha sometido cada paciente, calculando la radiación absorbida durante todo el ingreso.^{4,6}

CO VARIABLES

- **Diagnóstico:** variable cualitativa. Patología que presenta el paciente a su ingreso en la unidad, por la que precisa cuidados intensivos. Medida en escala nominal policotómica: politrauma(1), hemorragia cerebral(2), ACV isquémico(3), postoperados(4), shock(5), insuficiencia respiratoria(6) y otros(7).
 - Dentro de la categoría otros, incluimos aquellos diagnósticos que no son muy frecuentes, como cirrosis, control de nivel de conciencia, delirium, bradicardia y crisis comicial.

- **Número de días de ingreso:** variable cuantitativa. Número total de días que el paciente está ingresado en la unidad de cuidados intensivos. Medida con escala de razón.
- **Número de pruebas radiológicas:** variable cuantitativa. Suma total del número de pruebas radiodiagnósticas realizadas al paciente durante su ingreso en UCI. Medida con escala de razón.
- **Vía Central:** variable cualitativa. Requerimiento por parte del paciente de vía central durante el ingreso en UCI. Medida con escala nominal dicotómica: sí(1), no(2).
- **Ventilación Mecánica:** variable cualitativa. Requerimiento por parte del paciente de ventilación mecánica durante el ingreso en UCI. Medida con escala nominal dicotómica: sí(1), no(2).
- **Edad:** variable cuantitativa. Años completos desde su nacimiento hasta el año en el que se realiza el estudio. Medida con escala de razón.
- **Sexo:** variable cualitativa. Sexo fenotipo o rol sexual. Medida con escala nominal dicotómica: femenino(1), masculino(2).

4.8_ ASPECTOS ÉTICOS

- Se solicitaron los permisos pertinentes al Comité de Ética (Anexo IV) y a la Dirección de Enfermería del HUCA (Anexo V)
- Una vez que fueron aceptados, se inició la recogida de datos.
- Los datos, una vez recogidos de la historia clínica se anonimizaron.
- En todo momento se garantizó la confidencialidad y los datos se custodiaron observando todas las disposiciones legales vigentes.

4.9_ ANÁLISIS DE DATOS

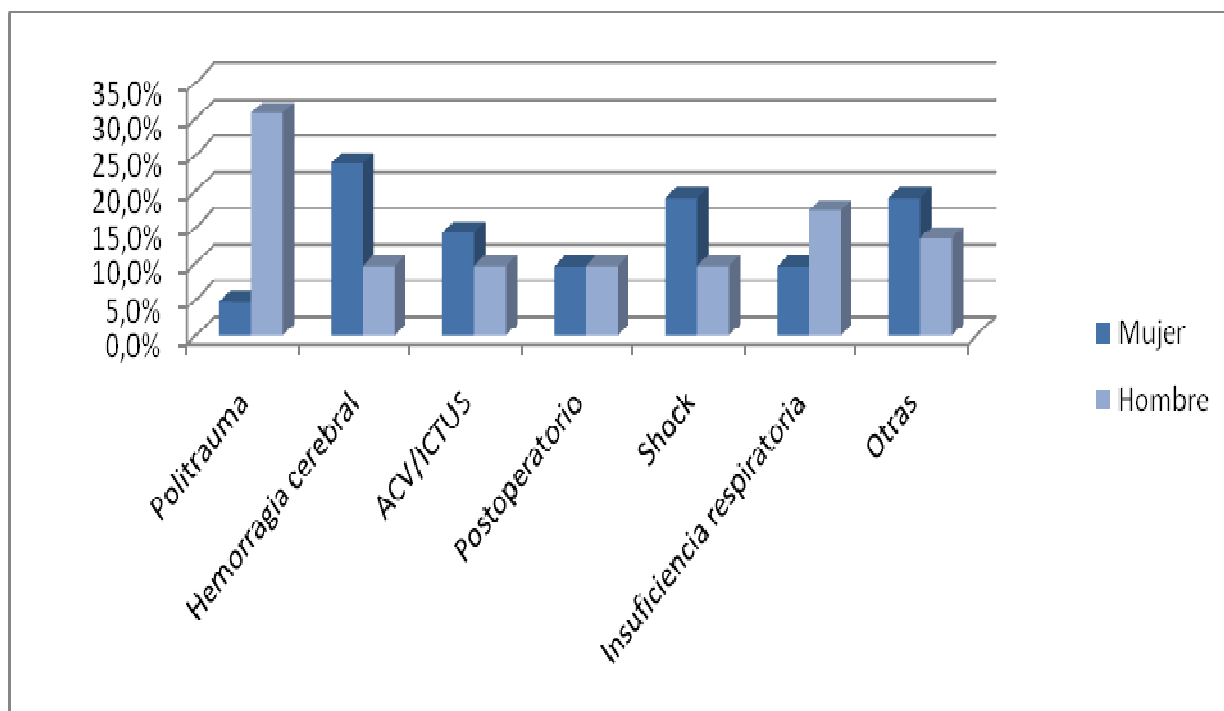
- Se elaboró una base de datos tratada mediante el paquete estadístico SPSS Statistics 21.
- Para describir las variables cuantitativas se utilizó la Media, Mediana, Desviación Típica y Rango (mínimo-máximo). Las variables cualitativas se describió en frecuencias totales y por porcentajes.
- Para la comparación de las variables cuantitativas, se utilizó la prueba T Student para las dicotómicas y el test de ANOVA para las politómicas.
- Para comparar frecuencias entre diversas categorías de dos variables cualitativas, se utilizó Chi cuadrado. Para el análisis conjunto de dos variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.
- Se aceptó significación estadística, cuando la p sea $\leq 0,05$.

5. Resultados

Desde el día 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2013, se han registrado 875 ingresos. De los 75 pacientes seleccionados para el estudio, hemos estudiado 73 y hemos desestimado 2, por falta de información en sus historias clínicas. Entre los 73 pacientes, 21 eran mujeres y 52 hombres, de edades comprendidas entre los 18 y 84 años, con una media de edad de 57,48 y una mediana de 61 años.

		N	Media	Desviación típ.
Edad	Mujer	21	59,62	18,34
	Hombre	52	56,62	16,681

A estos pacientes los hemos dividido en 7 grupos, según su patología de ingreso. En el siguiente gráfico, podemos ver dichas patologías relacionadas con el sexo, sin diferencias significativas entre ellos.



La media de días ingresados en UCI durante el año 2013 de la muestra estudiada, es de 11,95 días, con un mínimo de 1 y un máximo de 148. No se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos. En el siguiente cuadro se puede observar la relación entre edad, sexo y días ingresados en UCI.

		N	Media	Desviación típ.
Años de vida en 2013	Mujer	21	59,62	18,340
	Hombre	52	56,62	16,681
Días Ingresado en UCI	Mujer	21	7,00	6,427
	Hombre	52	13,94	22,016

Dos de las variables que hemos analizado, pueden ser la justificación de solicitud de algunas de esas pruebas radiodiagnósticas, como son la necesidad de inserción de una vía central y la necesidad de conexión a la ventilación mecánica durante el ingreso. De la muestra a estudio, el 76,7% precisó ventilación mecánica, y el 79,5% de los pacientes precisó vía central durante su ingreso. En el cuadro siguiente podemos ver la relación entre sexo y la presencia de vía central y ventilación mecánica. No hay diferencia significativa entre sexo, respecto a la presencia de vía central y ventilación mecánica.

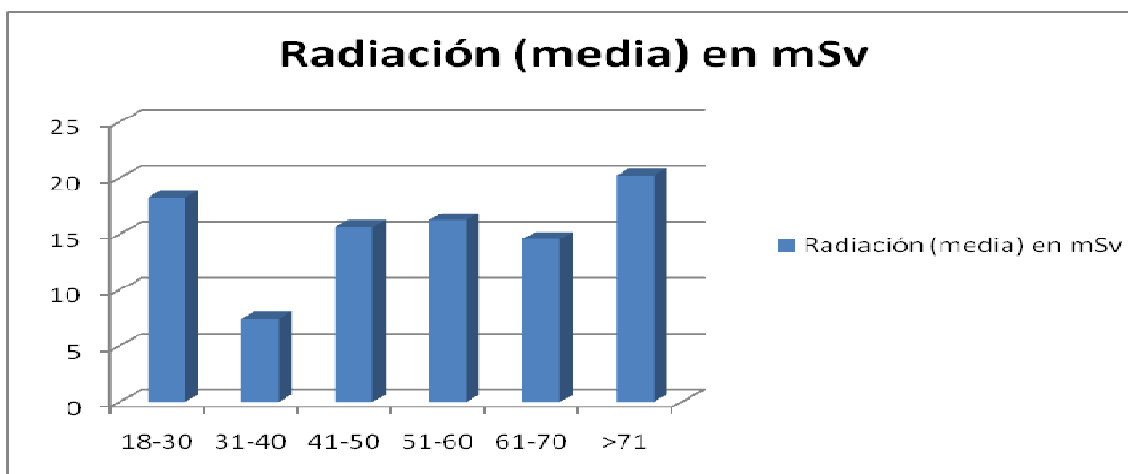
			Mujer	Hombre	Total				Mujer	Hombre	Total
Presencia de Ventilación Mecánica durante el ingreso	Si	Recuento	13	43	56	Presencia de Vía Central durante el ingreso	Si	Recuento	17	41	58
		%	61,9%	82,7%	76,7%			No	%	81,0%	78,8%
	No	Recuento	8	9	17		No		Recuento	4	11
		%	38,1%	17,3%	23,3%			%	19,0%	21,2%	20,5%
Total		Recuento	21	52	73	Total	Recuento	21	52	73	

Una vez analizados los datos demográficos, pasamos a cuantificar la cantidad de radiación a la que han sido sometidos los pacientes. Para ello, hemos desestimado dos de los pacientes estudiados, ya que no hay datos sobre pruebas radiológicas y, teniendo en cuenta sus patologías, nos hace sospechar de una falta de registro de dichas pruebas. De los 71 válidos, la mínima radiación recibida es de 0,4 mSv, mientras que la máxima es de 88,92 mSv, con una media de 16,3351 mSv. En el siguiente cuadro, podemos observar el número total de pruebas radiológicas y el número de cada tipo de prueba.

	Cantidad de radiación a la que ha sido expuesto	Número de pruebas radiológicas durante el ingreso	Número de Rx de tórax	Número de TAC craneal	Número de TAC abdominal	Número de TAC tórax	Angiografía cerebral	Número de otras pruebas radiológicas
Media	16,3351	16,27	11,64	1,63	0,64	0,49	0,27	1,45
Mediana	9,2200	11,00	7,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv. típ.	18,01074	14,980	12,582	1,961	1,110	1,120	0,712	2,858
Mínimo	0,4	1						
Máximo	88,92	82	74	10	4	6	4	13

La cantidad de radiación a la que ha sido expuesto es medida en mSv.

En el siguiente gráfico podemos ver la radiación media en mSv, por grupos de edad. Hemos reunido a los pacientes en grupos de edades que van de 18 a 30; 31 a 40; 41 a 50; 51 a 60; 61 a 70 y >70. Como se puede observar en todos los grupos, la media de radiación supera los límites establecidos.



No existen diferencias significativas entre la edad y el sexo, con respecto a la cantidad de radiación a la que han sido expuestos durante el ingreso en esta unidad. En el siguiente cuadro se puede ver la relación entre el sexo y la radiación.

		N	Media	Desviación típ.
Cantidad de radiación a la que ha sido expuesto	Mujer	21	15,1076	13,28042
	Hombre	52	16,2025	19,64429

En el siguiente cuadro podemos ver la relación entre las diferentes pruebas radiológicas y el diagnóstico por el cual son ingresados los pacientes.

Diagnóstico al ingreso	Número de Rx de tórax	Número de TACs craneales	Número de TACs abdominales	Número de TACs torácicos	Angiografías cerebrales	Otras pruebas radiológicas
Politrauma	199	29	11	11	3	36
Hemorragia cerebral	88	41	0	1	10	0
ACV/ICTUS	83	23	2	1	6	0
Postoperatorio	125	4	9	6	0	4
Shock	180	4	19	7	0	44
Insuficiencia Respiratoria	117	6	3	7	1	9
Otras	58	12	3	3	0	13
Total	850	119	47	36	20	106

Una de las pruebas radiológicas que es común a todos a los pacientes, es la realización de Rx de tórax; por lo que no hay diferencias significativas entre la realización de Rx de tórax con respecto al diagnóstico de ingreso, pero sí hay una relación entre las demás pruebas y la patología de ingreso, aunque no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas.

6. Discusión

En las UCIs se emplean de manera habitual los rayos x. En la mayoría de los casos, se utilizan para realizar Rx de tórax, para complementar una exploración física o/y un diagnóstico clínico; o con el objetivo de verificar la correcta colocación de catéteres en el paciente. En estas unidades, además de la Rx de tórax, que como hemos visto, es uno de los estudios radiológicos que menos radiación emite, se solicitan TAC, angiografías, que de igual modo son complementarias a una exploración física y que, en la mayoría de los casos, no modifican el tratamiento del paciente; estos estudios emiten mayor radiación que los anteriores. No podemos olvidarnos del efecto acumulativo de las dosis de radiación. La optimización de los rayos x debe ser continua, permitiendo disminuir las dosis hasta donde sea clínicamente posible.

No se ha encontrado ningún trabajo de investigación similar para poder comparar los resultados. Este trabajo es de gran relevancia, ya que los rayos x están constantemente presentes en el día a día de los hospitales, y aún no se tienen presente los efectos negativos que traen consigo. Hay que valorar riesgo-beneficio para los pacientes en cada petición de una prueba radiodiagnóstica, tener en cuenta si es estrictamente necesaria esa radiación, o si se puede evitar.

Para la realización del trabajo, el método utilizado ha consistido en una recogida inicial de datos de las historias clínicas que se corresponden con los datos demográficos, como hemos explicado en el apartado de material y método, y a través del programa informático Impax, hemos recogido el número de cada tipo de prueba radiológica que se ha realizado a cada paciente de la muestra analizada. Este programa es utilizado en todo el Hospital, donde quedan reflejadas todas las consultas y pruebas radiológicas que se realiza a cada uno de los pacientes desde los diferentes servicios. Es necesario reflejar que hay pruebas que pueden no constar en dicho programa, porque en el momento de su realización no se han registrado en el mismo, o que por la gravedad de la situación del paciente, prime la realización de dicha prueba dejando para otro momento su reflejo en el programa. Éste es posiblemente el mayor de los sesgos que hemos podido asumir. La falta de constancia de todas las pruebas radiológicas y de todos los datos necesarios en las historias clínicas, está presente en todos los trabajos de investigación. Otro sesgo en el que hemos podido incurrir, es el cálculo de la dosis efectiva de radiación a la que fue sometido cada paciente; como se ha explicado con anterioridad, hay unos estándares sobre la dosis efectiva, para cada tipo de prueba radiodiagnóstica; pero puede haber variaciones, dependiendo del tipo de prueba, del grosor de la zona a radiar, y del aparato utilizado, por lo que estos estándares pueden sufrir modificaciones.

Como hemos podido ver en resultados, no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres, en cuanto a la edad, a los días ingresados, al diagnóstico al ingreso, ni en cuanto a la cantidad de radiación a la que han sido expuestos.

De los 71 pacientes estudiados radiológicamente, sólo 12 de ellos (16,9%), no han sobrepasado el límite máximo de radiación, establecido en 1 mSv/año oficial. Como hemos reflejado anteriormente, el CSN podrá autorizar valores de dosis efectiva superiores en un único año oficial, siempre que el promedio durante 5 años oficiales consecutivos no sobrepasen 1 mSv/año; pero son 25 pacientes (32,5%), los que no sobrepasan los 5 mSv/año. Hay que tener en cuenta que esta radiación pertenece exclusivamente a las pruebas radiológicas realizadas durante su ingreso en UCI, desestimando las pruebas realizadas en su paso por urgencias u otras unidades

anteriores y/o posteriores al ingreso en UCI en ese mismo año. No se ha contabilizado la cantidad de radiación en las angiografías cerebrales, ya que no hay una dosis efectiva estándar, porque varía de unos pacientes a otros, dependiendo de su grado y lugar de afectación.

Es necesario hacer hincapié en que el 83,9% de los pacientes ingresados en UCI durante el 2013, han sobrepasado el límite establecido de radiación por año oficial, incluyendo los grupos de edades más jóvenes, teniendo en cuenta que la radiación calculada pertenece a las pruebas realizadas exclusivamente durante su ingreso en UCI. Es una cifra muy alta. A pesar de que la gravedad de los pacientes haga necesario la realización de esas pruebas diagnósticas, no nos podemos olvidar de las consecuencias que pueden traer para esos pacientes, ya que la mayoría tienen una afección curable; por lo que conviene valorar la magnitud de los riesgos asociados a una serie repetida de pruebas. Tampoco nos podemos olvidar que la responsabilidad de las consecuencias por el exceso de radiación, puede recaer sobre el personal sanitario.

En el Real Decreto 783/2001 de 6 de julio, los Artículos 49 y 50 hablan sobre los principios básicos y generales de protección radiológica de los pacientes, el Artículo 57 trata sobre las responsabilidades, y el Artículo 69, sobre las infracciones y sanciones, donde consta como infracción muy grave *"No respetar los límites de dosis establecidos para cada supuesto en el presente Reglamento, cuando de ello derive un riesgo grave para la vida o salud de las personas"*; se considera como infracción grave *"No identificar o delimitar, de acuerdo con lo dispuesto en el anexo IV de este Reglamento, los lugares de trabajo en los que exista una posibilidad de exposición a radiaciones ionizantes que produzca una dosis superior a 1 mSv por año o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites para el cristalino, la piel y las extremidades establecidos en el Reglamento, o no establecer las medidas previstas en el artículo 18, siempre que de ello se derive un riesgo grave para las personas o el medio ambiente"*, de la misma manera que *"Carecer o no tener en servicio los dispositivos e instrumentos de medición adecuados para el buen desarrollo de una práctica en presencia de radiaciones ionizantes"*.⁸

A pesar de que la radiación anual supera los límites establecidos, la UCI no es considerada como zona vigilada ni controlada radiactivamente. Considerando solamente a uno de los pacientes durante su ingreso en UVI, se le realizaron 74 radiografías de tórax en menos de un año, lo que da lugar a 1,48 mSv de radiación. La UCI donde se realizó este estudio consta de 24 camas, y diariamente se realizan radiografías con el dispositivo portátil, sin contemplar ni vigilar la cantidad de radiación que se genera en esta unidad al cabo de un año oficial.

En la UCI del Hospital General Universitario de Murcia, llevaron a cabo un estudio que consistió en realizar una monitorización de las solicitudes de Rx de tórax, donde se vio el incumplimiento de las indicaciones para la solicitud de dicha prueba. En 1997 se hizo una primera evaluación del estudio, donde se observó un 16,9% de incumplimiento para su realización y se consiguió reducir al 6,1% de incumplimiento. Por falta de control posterior, en 2003 se calculó el 27,6% de incumplimiento, poniendo de nuevo en marcha el uso de un modelo de solicitud que requiere del consenso de dos intensivistas, consiguiendo una reducción del incumplimiento al 2,5%.¹⁰

Con esto, queremos reflejar que es posible evitar exploraciones radiológicas rutinarias innecesarias.

Como hemos visto en resultados, la radiación máxima calculada para un mismo paciente, ha sido de 88,92 mSv para un ingreso menor a un año, cuando el máximo anual para una persona del público, está establecido en 1 mSv por año oficial. La cantidad de radiación media por ingreso para un paciente es de 16,34 mSv, cantidad que sigue sobrepasando el límite establecido y sin dispositivos de radioprotección.

Según Galimany Masclans y Blanca Yela, los mecanismos de radioprotección se pueden resumir en tres grandes grupos: la reducción al máximo tiempo de exposición; el aumento de la distancia a la fuente de emisión de radiación; y la interposición de barreras físicas entre la fuente de emisión de radiación y la utilización de elementos plomados como delantales, protectores tiroideos, protección ocular, etc.¹¹

En la unidad donde se ha llevado a cabo este estudio, no se usa protección para los pacientes ni para el personal, únicamente se utiliza para el técnico que realiza los Rx portátiles. Dependiendo de la edad del paciente, si es considerado "joven" a criterio del técnico, a veces se coloca una protección genital. Cuando se realiza una Rx portátiles recomiendan alejarse 2 metros de la fuente de radiación, cuando entre algunos de los boxes de esta UCI, no existe dicha separación; por lo que además de la radiación absorbida por las Rx propias del paciente, algunos pacientes absorben parte de radiación de los Rx de otros pacientes.

La obtención de estos exámenes radiodiagnósticos, además de los beneficios indudables, presenta una serie de efectos biológicos indeseados que hacen necesaria la toma de medidas de radioprotección, dificultando la interacción de la radiación con el organismo.

El informe BEIR estima el riesgo de una formación cancerosa en $> 0 = 1$ efecto / 1000 personas / 10 mSv, es decir, que de cada 1000 personas que reciban una dosis efectiva de 10 mSv, una de ellas desarrollará cáncer mortal.¹²

A estas dosis médicas debemos añadirle la dosis efectiva anual media que recibe la población española, que es de 2,3 mSv, resultantes de la radiación natural y la radiación que nos rodea en nuestros hogares y en el día a día.⁵

El radiodiagnóstico y la radiología son en la actualidad una parte esencial de la práctica médica diaria, y es la mayor fuente de exposición a radiación artificial para la población. Los rayos x son potencialmente peligrosos y tienen la capacidad de alterar células y tejidos, por lo que todos los procesos que incluyen su utilización deben ser gestionados con sumo cuidado. Con instalaciones bien diseñadas, equipos bien mantenidos y usando procedimientos de formación adecuados para los operadores, se pueden minimizar las dosis innecesarias para los pacientes, los trabajadores expuestos y el público; sin que se reduzca la información médica que se precisa.

Se trata de hacer un uso racional de los recursos que tenemos para el tratamiento de los pacientes, debemos velar por su seguridad y evitar toda exposición que no sea estrictamente necesaria para su tratamiento o diagnóstico. Esto es aplicable, no solo a las Unidades de

Cuidados Intensivos, sino a todo paciente que entra en el hospital para cualquier procedimiento, control o ingreso.

Se deberían realizar protocolos para cada una de las pruebas radiodiagnósticas donde estén contemplados los elementos de protección; incorporar paredes plomadas para la separación de los boxes en la UCI; reducir al máximo la cantidad de pruebas radiodiagnósticas. Creo que sería importante considerar UCI como una sala de rayos x, declarándola como zona controlada radiactivamente, ya que supera al cabo del año la dosis indicada para dicha zona y, por lo tanto, se debería controlar y cuantificar la radiación de UCI.

Sería muy interesante la posibilidad de colocar un dosímetro a cada paciente desde que entra por la puerta del hospital hasta que sale, así sabríamos con seguridad la cantidad de radiación a la que son sometidos verdaderamente los pacientes.

7. Conclusiones

- La radiación relacionada con las pruebas radiográficas de imagen a las que se han sometido los pacientes durante un ingreso en Cuidados Intensivos, supera los límites establecidos en el 83,9% de los pacientes.
- Si bien se superan los límites legalmente establecidos, no se alcanzan los límites causantes de lesiones, por ahora demostrables.
- Las pruebas radiodiagnósticas más solicitadas son las Rx de tórax, siendo los TACs menos frecuentes.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las características sociodemográficas.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las características clínicas.

8. Bibliografía

1. Página web del Consejo Nacional de Seguridad. Disponible en: <https://www.csn.es/> acceso en fecha 21-05-2014
2. Página web de Biblioteca Digital. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/099/htm/> acceso en fecha 21-05-2014
3. Marín C. Protección radiológica: evitar radiaciones innecesarias. *An Pediatr Contin.* 2007;5(6): 369-72.
4. Borrás C. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. *FMC.* 2012;19(2):68-77.
5. Bellés Fló A. El uso inadecuado de las exploraciones radiológicas. *FMC.* 2002;9(3):145-51.
6. HUCA. Servicio de Física Médica y Protección Radiológica. Manual de Protección Radiológica de los Centros Hospitalarios pertenecientes a la Red Pública del Principado de Asturias. Actualización Octubre 2012. Oviedo 2012.
7. Esparza J, Miquélez S, González A, Rubio A, Manso E, Sierro S, et al. Exposición a la radiación de la población pediátrica en radiodiagnóstico. Un estudio de Pamplona y su comarca. *Radiología.* 2008;50(1):61-6.
8. Real Decreto 783/2001 sobre el Reglamento sobre Protección Sanitaria Contra Radiaciones Ionizantes. BOE núm. 178, de 26 de julio 2001. páginas 27284-393.
9. Seoane T, Martín JLR, Martín-Sánchez E, Lurueña-Segovia S, Alonso FJ. Curso de introducción a la investigación clínica. Capítulo5: Selección de la muestra: técnicas de muestreo y tamaño muestral. *Semergen.* 2007;33:356-61.
10. García-Córdoba F, García-Santos JM, González Díaz G, García-Gerónimo A, Muñoz Zambudio F, Peñalver Hernández F, et al. La disminución de las radiografías de tórax innecesarias en la Unidad de Cuidados Intensivos: aplicación de un ciclo conjunto de mejora de la calidad. *Med Inten.* 2008;32(2):71-7
11. Galimany Masclans J, Blanca Yela I. El riesgo de radiación en la unidad de cuidados intensivos. *Enferm Intensiva.* 2013;24(2):49-50.
12. Gray JE. Radiología y radiactividad, dos manifestaciones diferentes aunque equivalentes del riesgo radiológico. *Imagen Diagn.* 2011;2(1):1-3.

9. Anexos

9.1_ ANEXO I_ Hoja de recogida de datos

Nº historia:

Fecha de nacimiento:

Sexo:

Fecha de ingreso:

Fecha de alta:

Nº total de días ingresado en UCI:

Motivo de ingreso:

Precisa vía central durante el ingreso:

Precisa ventilación mecánica durante el ingreso:

9.2_ ANEXO II_ Hoja de recogida de datos

Rx Tórax	TAC Craneal	TAC Abdomen	TAC Tórax	ANGIOGRAFIA

Otras pruebas radiológicas:

9.3_ ANEXO III

A partir de la siguiente tabla hemos estimado la radiación absorbida por los pacientes según las pruebas radiológicas a las que fue sometido cada paciente multiplicando la dosis efectiva de cada tipo de prueba por el número de pruebas realizado de prueba.

45

DOSIS EFECTIVAS CARACTERÍSTICAS (1) EN EXPLORACIONES DE RADIODIAGNÓSTICO (2)

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva mSv	N ° equivalente de radiografías de tórax	Tiempo equivalente aproximado de radiación de fondo natural (3)
Radiografías			
Extremidades y articulaciones (excepto cadera)	<0.01	<0.5	<1.5 días
Tórax P-A	0.02	1	3 días
Cráneo	0.07	3.5	11 días
Cadera	0.3	15	7 semanas
Columna torácica / Pelvis	0.7	35	4 meses
Abdomen simple	1.0	50	6 meses
Columna lumbar	1.3	65	7 meses
Esofagograma	1.5	75	8 meses
TC craneal	2.3	115	1 año
Urografía IV	2.5	125	14 meses
Esófago-gastroduodenal / Tránsito intestinal	3	150	16 meses
Enema opaco	7	350	3.2 años
TC de tórax	8	400	3.6 años
TC de abdomen o pelvis	10	500	4.5 años

(1) Suma ponderada de las dosis que reciben diversos tejidos corporales, en la que el factor de ponderación de cada tejido depende de su sensibilidad relativa al cáncer inducido por la radiación o a efectos hereditarios graves. Con ello se obtiene una estimación de dosis única, que guarda relación con el riesgo total debido a la radiación, al margen de cómo se distribuya la dosis de radiación por el cuerpo. Las D.E.C. de algunas técnicas habituales en radiodiagnóstico oscilan entre el equivalente a 1 ó 2 días de radiación natural de fondo (0,02 mSv en el caso de una radiografía de tórax) y 4,5 años (caso de la TC de abdomen).

(2) Estimaciones basadas en estudios realizados por la Junta Nacional de Protección Radiológica Británica ⁽³⁾ en la década de los años 90. Dichos datos pueden ser extrapolados al resto de la UE si tenemos en cuenta que la dosis media anual de radiación de fondo en casi toda Europa se encuentra en el espectro de 1-5 mSv.

(3) National Radiological Protection Board. «Board statement on diagnostic medical exposures to ionising radiation during pregnancy and estimates of late radiation risks to the UK population». Documents of the NRPB 1993; 4: 1-14

9.4_ ANEXO IV_ Permiso del Comité Ético



SERVICIO DE SALUD
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRAL DE ASTURIAS

Comité Ético de Investigación Clínica
Regional del Principado de Asturias
C/ Celestino Villamil s/n
33006.-Oviedo
Tfno: 985.10.79.27/985.10.80.28
Fax: 985.10.87.11
e-mail: ceicr_asturias@hca.es

Oviedo, 27 de noviembre de 2013

El Comité Ético de Investigación Clínica Regional del Principado de Asturias ha evaluado el Estudio nº 167/13, titulado: "SEGURIDAD DE LOS PACIENTES ANTE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN CUIDADOS INTENSIVOS". Investigadora Principal: Patricia Rios Nacarino. Trabajo Fin de Máster de Enfermería de urgencias y cuidados críticos, tutorizado por el Dr. Joaquín Moris.

El Comité ha tomado el acuerdo de considerar que el citado estudio reúne las condiciones éticas necesarias para poder realizarse y, en consecuencia, emite su autorización.

Le recuerdo que deberá guardar la máxima confidencialidad de los datos utilizados en este estudio.

Le saluda atentamente.



[Handwritten signature]
D. M. Teleni Asturias

Fdo: Eduardo Arnáez Moral
Secretario del Comité Ético de Investigación
Clínica Regional del Principado de Asturias

9.5_ ANEXO V_ Permiso de Dirección de Enfermería



SERVICIO DE SALUD
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

GERENCIA ÁREA SANITARIA IV

HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRAL DE ASTURIAS

DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA

Oviedo, 10 de diciembre de 2013

Asunto: Respuesta a solicitud para realización trabajo de investigación.

D. Ramón Corral Santoveña, Director de Enfermería del Área Sanitaria IV, autoriza a **D^a Patricia Rios Nacarino**, a la recogida de datos para la realización de un estudio de investigación del trabajo Fin de Master de Enfermería de Urgencias y Cuidados Críticos, que lleva por título “**Seguridad de los pacientes ante las radiaciones ionizantes en cuidados intensivos**” recordando a la solicitante que en la utilización de estos datos debe mantenerse en todo momento la confidencialidad y privacidad de los mismos.

Un saludo.



SERVICIO DE SALUD
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRAL DE ASTURIAS
DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA

Fdo.: Ramón Corral Santoveña
Director de Enfermería del Área IV

