Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

Imagen Diagn. 2013;4(1):6–12

Imagen diagnóstica

www.elsevier.es/imagendiagnostica

ORIGINAL

Radiografías de tórax de calidad con dosis menores que los límites recomendados

Guilherme Oberto Rodrigues[a,*], Silvia Goldmeier[b], Carlos Jader Feldman[c], Rogério Fachel de Medeiros[d] y Gustavo Glotz de Lima[e]

[a] *Tecnólogo en Radiología; Magíster en Ciencias de la Salud por el Programa de Posgrado del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología (IC/FUC), Porto Alegre, Brasil*
[b] *Enfermera; Doctora en Ciencias de la Salud por el Programa de Posgrado del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología (IC/FUC), Porto Alegre, Brasil*
[c] *Radiólogo; Coordinador del Programa de Residencia Médica en Radiología del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología (IC/FUC), Porto Alegre, Brasil*
[d] *Físico; Magíster en la Enseñanza de la Física por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil*
[e] *Cardiólogo; Profesor del Curso de Posgrado del IC/FUC y profesor adjunto del Departamento de Clínica Médica de la Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil*

Recibido el 19 de abril de 2012; aceptado el 19 de noviembre de 2012
Disponible en Internet el 29 de marzo de 2013

PALABRAS CLAVE
Rayos x;
Radiación de dosis-respuesta;
Legislación

Resumen
Objetivo: El estudio evalúa los niveles de dosis de radiación en la entrada de la piel (DEP) en radiografías del tórax.
Materiales y métodos: Estudio transversal realizado entre agosto y diciembre de 2009 sobre 300 pacientes que se sometieron a radiografía de tórax. Los datos se utilizaron para calcular la DEP, que se midió por cámara de ionización. Las imágenes fueron tomadas al azar por 3 radiólogos. Los datos fueron analizados con el programa SPSS 17.0, y los resultados se presentan como promedio y desviación estándar.
Resultados: En el estudio se incluyó a pacientes con una edad media de 57 ± 16 años y el promedio de DEP asignado a las proyecciones posteroanterior (PA) y lateral (LAT) fueron de $0{,}08 \pm 0{,}04$ y $0{,}22 \pm 0{,}13$ mGy, respectivamente ($p < 0{,}001$). Las dosis medias en los hombres fueron de $0{,}08 \pm 0{,}04$ en la PA y de $0{,}24 \pm 0{,}15$ en la LAT. En las mujeres fueron de $0{,}07 \pm 0{,}03$ y $0{,}19 \pm 0{,}10$ para la PA y la LAT, respectivamente. El grosor medio del pecho fue de $21{,}51 \pm 3{,}29$ en la PA y de $28{,}13 \pm 3{,}27$ en la LAT.
Conclusiones: El estudio mostró que las dosis utilizadas se sitúan muy por debajo de los niveles de referencia recomendados, y la calidad de las imágenes es la recomendada por la CCE.
© 2012 ACTEDI. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: guilherme.escola@cardiologia.org.br (G. Oberto Rodrigues).

2171-3669/$ - see front matter © 2012 ACTEDI. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.
http://dx.doi.org/10.1016/j.imadi.2012.11.002

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

KEYWORDS
X-rays;
Radiation dose-response;
Legislation

Quality chest X-rays using lower than the recommended doses of radiation

Abstract
Objective: This study evaluates the levels of radiation dose at the entrance of the skin (ESE) in chest radiographs.
Materials and methods: A cross-sectional study was conducted on 300 patients included from August to December 2009 who underwent chest radiography. The data were used to calculate the ESE, which was measured by an ionization chamber. The images were taken at random by 3 radiologists. Data were analyzed using SPSS 17.0, and the results are presented as mean and standard deviation.
Results: The study included patients aged 57 ± 16 years, and the mean ESE dose assigned to the PA and LAT projections were 0.08 ± 0.04 and 0.22 ± 0.13 mGy, respectively ($P < .001$). The mean doses of the men were 0.08 ± 0.04 in the PA, and 0.24 ± 0.15 in the LAT. In women it was 0.07 ± 0.03 and 0.19 ± 0.10 for PA and LAT, respectively. The mean chest thickness was 21.51 ± 3.29 in the PA and 28.13 ± 3.27 in the LAT.
Conclusions: The study showed that the doses are well below recommended reference levels, and the quality of the images is that recommended by the CCE.
© 2012 ACTEDI. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El uso de la radiación ionizante en la salud es la principal fuente de exposición humana a los métodos artificiales de radiación[1].

La producción de las radiografías de tórax depende del ajuste de los factores de exposición[1]. Un factor a considerar en este procedimiento es la dosis de radiación[2]. El paciente que va a ser examinado está expuesto a la radiación del haz de electrones que ionizará los átomos del cuerpo; la energía generada es capaz de formar radicales libres, y con la ayuda de estos los enlaces químicos se pueden romper en macromoléculas, así como causar daños en el código genético, debido a variaciones en los componentes específicos de las bases de ADN a los principales cambios cromosómicos estructurales[2–5]. Los cambios pueden conducir a la muerte celular o, en su defecto, se pueden propagar en el proceso de replicación celular, afectando incluso, en el caso de las células germinales, a las generaciones posteriores de la persona expuesta[5–7].

El principal riesgo relacionado con el examen radiológico es la aparición de efectos estocásticos. Frente a estos posibles cambios secundarios a la radiación, en los últimos años se ha hecho hincapié en sus efectos nocivos y, por tanto, se ha puesto mayor atención a las dosis utilizadas en las imágenes radiográficas[1–7].

Sobre la base de las normas de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), la Secretaría de Vigilancia Sanitaria del Ministerio de la Salud en Brasil (ANVISA) publicó el Decreto 453/MS 98, que establecía las «Directrices para la protección radiológica en radiología médica y dental» para los niveles de referencia en el radiodiagnóstico de rayos x para un paciente adulto[8,9].

Para las radiografías de tórax, se recomienda la obtención de imágenes de bajo contraste y alta escala de grises[10,11].

En Estados Unidos, Arthur Fuchs propone una fórmula consistente en utilizar un kilovoltaje (kV) de escala fija que se utiliza para cada región del cuerpo para cambiar los valores de carga transportada (mAs), dependiendo del grosor del cuerpo[11]. En Brasil, el profesor Afonso Maron estableció en los años cincuenta una fórmula que consistía en obtener el espesor kV desde el cliente y, en el valor de kV, el mAs, valor obtenido mediante la aplicación de un coeficiente miliamperimétrico a la región[11].

El Colegio Americano de Radiología sugiere técnicas para altos voltajes, entre 120 e 150 kV: 0,4 mGy para los límites de dosis para la proyección posteroanterior (PA) y 1,5 mGy en la proyección lateral (LAT)[12]. La Comisión de la Comunidad Europea (CCE) recomienda voltajes entre 100 y 150 kV, respectivamente, y los límites de dosis de 0,3 mGy para la proyección PA y 1,5 mGy para la LAT[13].

La implementación consiste en una radiografía de tórax en 2 incidencias (exposiciones) en las proyecciones PA y LAT con el tubo de rayos x a 180 cm de distancia del receptor de imagen, con los pacientes en posición de pie y en inspiración[10,11].

En este trabajo se propone evaluar los niveles de dosis de radiación en la entrada de la piel en las radiografías de tórax.

Materiales y métodos

Estudio transversal, realizado en un servicio de radiología en una institución especializada en cardiología en el sur de Brasil en el período agosto-diciembre de 2009. Se seleccionaron 600 imágenes de 300 pacientes opcionales que fueron sometidos a radiografías de tórax en las proyecciones PA y LAT, con edades de 13 a 89 años. Todos firmaron un formulario de consentimiento, con un protocolo aprobado por el comité de ética y de investigación local bajo el n.° UP 3982-07.

Las imágenes aceptadas fueron evaluadas al azar por 3 radiólogos cegados que siguieron los criterios de calidad de imagen del pecho recomendados por la CCE[13].

Criterios de exclusión

Fueron excluidos del estudio los pacientes que tenían cardiomegalia debido al aumento del área cardiaca, en la que hay una mayor atenuación de los

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

fotones de rayos x; los pacientes con efusión pleural, como resultado de la acumulación de líquido que conduce a una mayor densidad y permite una mayor absorción de la radiación; los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas por la acumulación de aire, que resulta en una menor atenuación de los tejidos; los pacientes en los que hubo exposición inadecuada de los equipos, y los pacientes que no cumplían los criterios de la CCE[13].

Las exploraciones se realizaron en las proyecciones PA y LAT, con los pacientes en posición ortostática[13]. El equipo de rayos x utilizado fue el sistema de Shimadzu de 1.000 mA, con cámaras de ionización. La distancia focal de la película fue de 180 cm, para reducir el aumento del corazón. Para reducir la radiación secundaria se utilizó rejilla antidifusora, corriente de 200 para minimizar el tiempo de exposición y tensión de 125 kV[1,10,13]. Se realizaron las pruebas de los equipos de control de calidad en la Ordenanza 453, según lo recomendado por la Secretaría Nacional de Vigilancia de la Salud de Brasil. Las cargas transportadas (mAs) se determinaron por la cámara de ionización del equipamiento[9].

El procesamiento automático y los productos químicos fueron utilizados a una temperatura de 35 °C, con película sensible a la luz verde y emisión de pantalla de luz verde[1,10,11].

Con respecto al índice de masa corporal (IMC), el peso de los pacientes fue dividido en las mediciones de la altura al cuadrado (kg/m^2). La escala utilizada fue la plataforma mecánica, certificada por el Instituto Nacional de Metrología en Brasil (INMETRO)[14,15].

Para la medición de la dosis de radiación en la entrada de la piel (DEP), en promedio en cada paciente se utilizó la cámara de ionización con sonda de 60 cc, modelo 905, con un 5% de variación. La cámara de ionización se colocó en el centro del sistema de la pared Bucky, sitio de mayor intensidad de los rayos x, y se expone con las mismas cargas transportadas (mAs) utilizadas para los pacientes[16,17].

Los diámetros del tórax se verificaron con un espesómetro colocado en el cuerpo del esternón, en la línea de los pezones, y las mediciones se efectuaban en sentido AP y LAT[10,11].

Análisis estadístico

Las informaciones se recogieron de forma prospectiva y se almacenaron en la base de datos. Las imágenes se clasificaron según la edad, el sexo, el IMC y el espesor del pecho. Para comparar el promedio de las dosis en relación con los valores de referencia de la ANVISA, se utilizó la prueba t de Student para una variable. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 17.0. La significación estadística se consideró como un valor de $p < 0,05$[18].

Resultados

La tabla 1 muestra las características basales de la población de estudio. La edad media de los pacientes seleccionados fue de 57 ± 16 años, y el 51% eran mujeres. La media del IMC fue de 27 ± 5 kg/m^2 y el espesor medio del pecho encontrado en las proyecciones PA fue de 21,51 ± 3,29 cm, y de 28,13 ± 3,27 cm en la LAT.

Tabla 1 Características de la muestra (n = 300)

Variables (pacientes)	Media ± desviación estándar DP (%)
Edad (años)	57 ± 16
Sexo femenino (n)	183
IMC (kg/m^2)	27,36 ± 5,18
Espesor del tórax	
PA (cm)	21,51 ± 3,29
LAT (cm)	28,13 ± 3,27
Escolaridad	
Escuela primaria (n)	138
Escuela secundaria (n)	127
Educación superior (n)	88
Actividad física	
Ruta (hasta 3 por semana) (n)	100

IMC: índice de masa corporal; LAT: proyección lateral; PA: proyección posteroanterior.

La tabla 2 muestra los valores medios de la muestra DEP y su comparación con los niveles de referencia de Portaria/MS/453, del Colegio Americano de Radiología y de la CCE. Las dosis medias evaluadas en la muestra corresponden a las proyecciones PA y LAT, con 0,08 ± 0,04 y 0,22 ± 0,13 mGy, respectivamente, y $p < 0,001$.

La tabla 3 presenta los valores medios de DEP distribuidos por género. Las dosis medias en las proyecciones PA y LAT en los hombres fueron de 0,09 ± 0,04 y 0,24 ± 0,15 mGy, respectivamente, y en las mujeres, de 0,07 ± 0,03 mGy en la PA y de 0,19 ± 0,11 mGy en la LAT, con significación estadística ($p < 0,001$).

La tabla 4 muestra la comparación de los niveles de DEP por espesor de la parte frontal del pecho con los del Instituto de Cardiología de Río Grande do Sul/FUC (IC/FUC). Los pacientes con frontal engrosado recibieron la dosis más alta cerca de la piel; el espesor máximo era de 31 cm, y los pacientes recibieron 0,327 ± 0,047 mGy, con una media de 0,082 ± 0,039 mGy, con significación estadística ($p < 0,001$).

La tabla 5 muestra la comparación de los niveles de DEP por espesor de la parte lateral del pecho con los del IC/FUC. Los pacientes con espesor del lateral engrosado recibieron la dosis más alta cerca de la piel; el espesor máximo era de 37 cm, y los pacientes recibieron 0,443 ± 0,0876 mGy, con una media 0,217 ± 0,134 mGy, con significación estadística ($p < 0,001$).

En la figura 1 se reproduce el diagrama de flujo de la selección de los pacientes, de los cuales 300 fueron elegibles para participar en el estudio.

Discusión

La radiografía de tórax supone una contribución importante en la evaluación del sistema respiratorio y el mediastino, y es de gran valor en la detección de enfermedades relacionadas. Debido a los buenos resultados, la radiografía de tórax es aceptada en todo el mundo como un método para el diagnóstico preciso. Los rayos x exponen a los pacientes a dosis de radiación ionizante. Se deben tomar precauciones,

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

Tabla 2 Comparación de la DEP entre las directrices nacional, internacional y media de la muestra del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/FUC (IC/FUC) (n = 300)

Proyección/unidad	Centro terciario de cardiología	Ordenanza 453/98	Comisión Europea (1999)	Colegio Americano de Radiología (1993)
PA (mGy)	0,082 ± 0,04[a]	0,4	0,3	0,4
LAT (mGy)	0,218 ± 0,13[a]	1,5	1,5	1,5

LAT: proyección lateral; mGy: miligray; Ordenanza 453/98: Ministerio de Salud de Brasil (1998); PA: proyección posteroanterior.
[a] Promedios significativamente inferiores a los valores de referencia (prueba de t, p < 0,001).

Tabla 3 Comparación de los niveles de DEP por sexo entre las directrices nacional, internacional y la media de la muestra del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/FUC (IC/FUC)

Proyección/unidad/sexo	Centro terciario de cardiología	Ordenanza 453/98	Comisión Europea (1999)	Colegio Americano de Radiología (1993)
PA (mGy) hombre	0,089 ± 0,044[a]	0,4	0,3	0,4
LAT (mGy) hombre	0,244 ± 0,155[a]	1,5	1,5	1,5
PA (mGy) mujer	0,076 ± 0,035[a]	0,4	0,3	0,4
LAT (mGy) mujer	0,193 ± 0,109[a]	1,5	1,5	1,5

LAT: proyección lateral; mGy: miligray; Ordenanza 453/98: Ministerio de Salud de Brasil (1998); PA: proyección posteroanterior.
[a] Promedios significativamente inferiores a los valores de referencia (prueba de t, p < 0,001).

ya que las dosis acumuladas en el tiempo ponen de relieve la necesidad de mejorar su uso[19–22].

En el servicio de radiodiagnóstico evaluado, el 90% de los exámenes son de radiografías de tórax en pacientes adultos. Se debe tomar precauciones relacionadas con la exposición a los rayos x, porque hay evidencia de pacientes con lesiones debidas a los efectos biológicos causados por la exposición a la radiación ionizante. En la misma persona a menudo se realizan exámenes radiodiagnósticos en repetidas ocasiones[2,5,7].

Este estudio es uno de los primeros en el mundo que pretende mostrar los excelentes resultados en las radiografías del tórax de bajo contraste y con una amplia escala de grises.

Las imágenes muestran claramente los vasos pulmonares (principalmente en la periferia) y una reproducción nítida

Tabla 4 Comparación de los niveles de DEP por el espesor de la muestra de pecho frontal del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/FUC (IC/FUC)

Frontal espesor (cm)	mAs	Muestra (pacientes)	Centro terciario de cardiologia (mGy)
14	0,70	8	0,042 ± 0,012[a]
15	0,72	5	0,045 ± 0,015[a]
16	0,75	7	0,043 ± 0,010[a]
17	0,77	12	0,044 ± 0,012[a]
18	0,92	20	0,053 ± 0,014[a]
19	1,05	27	0,060 ± 0,021[a]
20	1,22	35	0,069 ± 0,025[a]
21	1,24	38	0,070 ± 0,019[a]
22	1,49	39	0,084 ± 0,028[a]
23	1,55	31	0,087 ± 0,028[a]
24	1,84	25	0,105 ± 0,024[a]
25	1,87	22	0,103 ± 0,030[a]
26	2,04	17	0,114 ± 0,042[a]
27	2,51	11	0,139 ± 0,052[a]
28	2,55	7	0,159 ± 0,048[a]
29	2,89	2	0,141 ± 0,019[a]
30	3,90	1	0,214 ± 0,029[a]
31	4,00	1	0,327 ± 0,047[a]
Total	1,45 (media)	350	0,082 ± 0,039[a]

mGy: miligray.
[a] Promedios significativamente inferiores a los valores de referencia (prueba de t, p < 0,001).

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

Tabla 5 Comparación de los niveles de DEP por el espesor de la muestra de pecho lateral del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/FUC (IC/FUC)

Lateral espesor (cm)	mAs	Muestra (pacientes)	Centro terciario de cardiologia (mGy)
17	1,20	1	0,122 ± 0,0990[a]
20	1,30	2	0,128 ± 0,030[a]
21	1,60	1	0,129 ± 0,031[a]
22	1,92	9	0,130 ± 0,0310[a]
23	1,94	15	0,135 ± 0,0326[a]
24	2,30	26	0,140 ± 0,0326[a]
25	2,64	25	0,146 ± 0,0326[a]
26	3,47	32	0,193 ± 0,0859[a]
27	3,57	34	0,197 ± 0,0783[a]
28	3,59	25	0,198 ± 0,0699[a]
29	3,62	28	0,199 ± 0,0715[a]
30	4,31	32	0,236 ± 0,0715[a]
31	4,88	27	0,266 ± 0,0715[a]
32	5,39	14	0,347 ± 0,2419[a]
33	5,48	15	0,362 ± 0,2419[a]
34	6,18	9	0,372 ± 0,1527[a]
35	6,64	6	0,397 ± 0,0823[a]
36	8,00	2	0,435 ± 0,2286[a]
37	10,00	2	0,443 ± 0,0876[a]
Total	3,83 (media)	350	0,217 ± 0,1349[a]

mGy: miligray.
[a] Promedios significativamente inferiores a los valores de referencia (prueba de t, $p < 0,001$).

de la tráquea y los bronquios proximales, el diafragma y los ángulos costofrénicos, el corazón y la aorta, el área retrocardíaca de los pulmones y el mediastino, y la columna vertebral a través de la silueta cardíaca.

Se han seguido los criterios recomendados por la CCE para las radiografías de tórax.

Sobre la base de los reglamentos de la CIPR, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria en Brasil, en su Decreto 453 de 1998, y el Colegio Americano de Radiología, recomiendan 0,4 mGy en la PA y 1,5 mGy en la LAT, y la CCE se refiere al DEP en 0,3 mGy en el PA y 1,5 mGy en la LAT[9,12,13].

La evaluación en el Departamento de Radiología del Centro Terciario (Superior) de Cardiología utiliza dosis de radiación por debajo de los niveles de referencia. Los hallazgos son relevantes, ya que incluyen todas las recomendaciones de la exposición y la calidad de imagen, reproducen las estructuras y descartan la posibilidad de errores.

En nuestro estudio hemos utilizado alta tensión (kV) y baja carga transportada (mAs). Las técnicas para altos voltajes se utilizan en las radiografías de tórax porque la energía de alta disminuye el contraste entre el hueso y el tejido blando, reduciendo la información de la estructura ósea y apuntando el parénquima pulmonar[23,24].

El IMC se calculó empleando peso dividido por la altura al cuadrado, y los resultados fueron de $27 \pm 5\,kg/m^2$, con sobrepeso, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las cargas transportadas fueron bajas; de forma consecutiva, las dosis utilizadas en el servicio fueron calificadas como más bajas que los niveles de referencia.

En un estudio realizado en São Paulo en 2003, Kotsubo y Marchiori[25] tuvieron como objetivo analizar las dosis de radiación y evaluar la calidad de la imagen, con asignación al azar de 48 pacientes que disponían de radiografías de tórax. El grupo de pacientes en los que se utilizó un voltaje más alto mostró una menor dosis de radiación y, para mejorar la calidad de imagen, se dispuso de una mayor penetrancia en la región del mediastino. En el grupo de tensiones de menor voltaje se han presentado mayores dosis de radiación, y la calidad de imagen mostraba una pérdida en la región inferior del mediastino.

En nuestro estudio hemos utilizado un voltaje de 125 kV, y la carga transportada varió de 0,7 a 4 mAs en la proyección PA y de 1,20 a 10 mAs en la LAT. Legamos a la conclusión de que produjimos imágenes de diagnóstico estándar recomendado por la CCE.

El transporte de carga transportada (mAs) se define con el uso de preceptos técnicos optimizados para las peculiaridades fisiológicas y anatómicas del pecho con reducción de la dosis a la entrada de la piel del paciente.

La tensión máxima de 125 kV fue elegida debido a la necesidad de obtener una imagen discreta del tejido óseo y para permitir el uso del tiempo de exposición más corto para cada paciente a fin de evitar artefactos de movimiento. Es decir, al fijar el voltaje en el máximo se busca el objetivo de emplear el tiempo de exposición más corto (200 mA). Así pues, y para resumir, la adaptación técnica del tiempo de exposición se basa en los pacientes más obesos, y para los pacientes más delgados se emplean tiempos de exposición más cortos después de realizar un ajuste fino usando la tabla de puntos por mAs.

En nuestro estudio hemos encontrado que para las radiografías de tórax, si fijamos el voltaje a 125 kV para la selección del grosor 200, y con 180 cm de distancia focal de la película en proyección frontal, puede comprobarse el espesor de los pacientes, que se multiplica por los coeficientes entre 0,05 y 0,13 para obtener los valores de mAs. Para

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

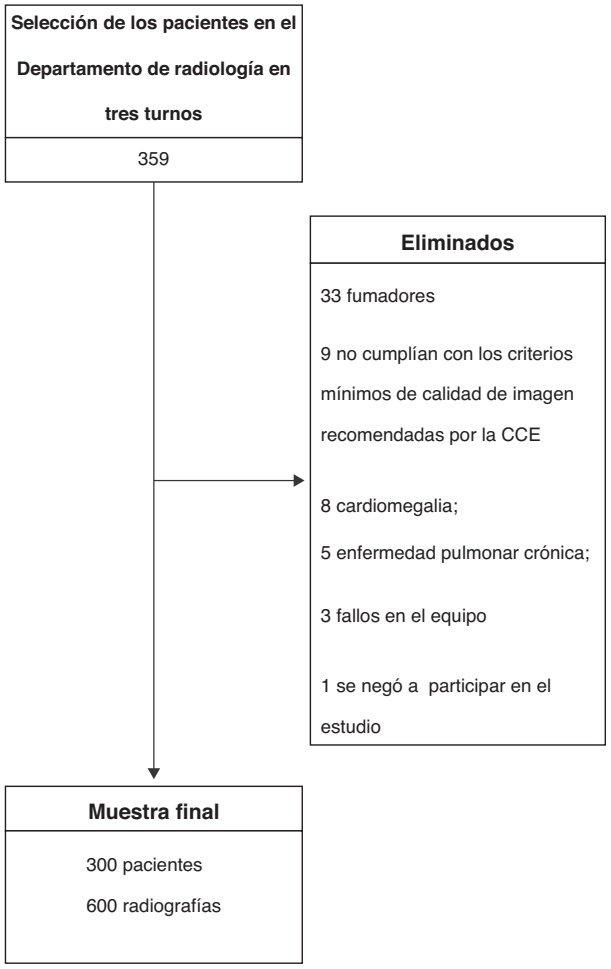

Figura 1 Diagrama de flujo de la detección e inclusión.

los valores de mAs en cuanto a espesor lateral, se multiplicar por los coeficientes de pecho entre 0,07 a 0,19.

Azevedo et al.[26] realizaron un estudio con el objetivo de comparar las técnicas radiográficas entre Brasil y Australia para así evaluar las dosis de radiación en la entrada de la piel en las radiografías de tórax. Llegaron a la conclusión de que los servicios de radiología brasileños utilizan bajos voltajes (kV) y una mayor carga transportada (mAs).

En los servicios de radiología brasileños se encontraron dosis de radiación superior a la deseada, y algunos superan los niveles de referencia de ANVISA[26].

Nuestro estudio ha utilizado voltajes más altos que los servicios de Australia. El uso de kilovoltajes altos disminuye la carga, contribuyendo así a una reducción significativa de las dosis de radiación a la entrada de la piel.

Pina et al.[27] desarrollaron un estudio en el Departamento de Radiología del hospital de Clínicas de Ribeirão Preto. La comparación de 2 parámetros de las opciones radiográficas llegó a la conclusión de que las radiografías tomadas a voltajes más bajos y con una mayor dosis de radiación de la carga se encontraban dentro de los límites recomendados por ANVISA y el Colegio Americano de Radiología.

En nuestro estudio utilizamos voltajes más altos y una menor carga. La dosis media se encuentra en los niveles inferiores a los valores encontrados por Pina et al.[27].

Llamamos la atención sobre el uso de altos voltajes en las radiografías del tórax y bajas cargas transportadas, que producen imágenes de calidad y cumplen con los criterios recomendados por la CCE. Las dosis de radiación que producen las imágenes deben ser tan bajas como razonablemente pueda alcanzarse.

Conclusiones

La radiografía de tórax con altos voltajes y cargas transportadas bajas, al tiempo que contribuye a la reducción de dosis, mejora el contraste y la escala de grises de las imágenes.

El presente estudio demostró que las dosis utilizadas en las radiografías de tórax son muy inferiores a las recomendadas por los comités que regulan los niveles de dosis de radiación en radiología de diagnóstico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Bushong SC. Manual de radiología para técnicos: física, biología y protección radiológica. 6.ª ed. Madrid: Harcourt-Mosby; 2001.
2. Hall EJ, Giaccia AJ. Radiobiology for the Radiologist. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.
3. Veit R, Zankl M. Influence of patient size on organ doses in diagnostic radiology. Radiat Prot Dosim. 1992;43:241–3.
4. Okuno E, Caldas IL, Chow C. Física para ciências biológicas e biomédicas. São Paulo: Harbra; 1986.
5. Robins SL. Patologia estrutural e funcional. 5.ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
6. Kahn FM. The Physics of Radiation Therapy. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2003.
7. Podgorsak EB. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Viena: International Atomic Energy Agency; 2005.
8. International Commission on Radiological Protection. Presented at 1998 Radiological Society of North America meeting, Chicago. International Commission on Radiological Protection Publication 60. 1990. Recommendations of International Commission on Radiological Protection, in annals of the ICRP 21, number 1-3, Pergamon Oxford, 1991.
9. Agência Nacional de Vigilancia Sanitária (Brasil). Ordenanza n.°. 453, de 1 de junio de 1998. Aprueba el Reglamento Técnico que establece las directrices básicas de protección radiológica en radiología médica y odontológica, se prevé el uso diagnóstico de rayos x en todo el país y otras disposiciones. Boletín Oficial, 2 de junio de 1998.
10. Bontrager K. Tratado de técnica radiológica. 5.ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
11. Nobrega AI. Tecnologia radiológica e diagnóstico por imagem. São Paulo: Difusão; 2006.
12. American College of Radiology. Standards for Performance of Adult Chest Radiography. Reston, VA: ACR; 1993.
13. European Commission. Council Directive 97/43/Euratom (Medical Exposure Directive) of June 30,1997, on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposures. Official J Eur Commun. 1997;L180/22.
14. World Health Organization (WHO). Defining the problem of overweight and obesity. En: World Health Organization. Obesity:

Document downloaded from http://www.elsevier.es, day 10/10/2018. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited.

preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation. Geneva; 2000.
15. Organização Pan-Americana. Informe preliminar da 36.ª Reunión del Comité Asesor de Investigaciones en Salud - Encuesta Multicéntrica - Salud Bienestar y Envejecimiento (SABE) en América Latina y el Caribe; 2002.
16. Oliveira KM, Alves DM, Silva DA, Maia AF. Dosimetria do paciente em radiodiagnóstico. Scientia Plena. 2008;4:1–5.
17. Bitelli T. Física e dosimetria das radiações. São Paulo: Atheneu; 2006.
18. Callegari J, Sidia M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed; 2003.
19. Royal College of Radiologists. Making the best use of a Department of Radiology: guidelines for doctors. London: RCR; 1991.
20. Burgener FA, Kormano M. Differential Diagnosis in Conventional Radiology. Stuttgart; New York: Thieme; 1991.
21. Sutton D. Tratado de radiologia e diagnóstico por imagem. 6.ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.
22. Ravin CE, Chotas HG. Chest radiography. Radiology. 1997;204:593–600.
23. Curry TS, Dowdey JE. Christensen's physics of diagnostic radiology. 4th ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum; 1990.
24. Papp J. Quality Management in the Imaging Sciences. 3rd ed. New York: Elsevier; 2006.
25. Kotsubo KMTK, Marchiori AACP. Estudo dosimétrico de radiografias de tórax com emprego de técnicas de alta quilovoltagem. Radiol Brás. 2003;36:163–7.
26. Azevedo ACP, Mohamadain KEM, Osibote OA, Cunha ALL, Pires Filho A. Comparison between radiological techniques and doses used in Australia. Radiol Bras. 2005;38:343–6.
27. Pina DR, Ghilardi Netto T, Rocha SL, Brochi MAC, Trad CS. Construção de um fantoma homogêneo para padronização de imagens radiográficas. Radiol Brás. 2000;33:41–4.