

Estudio Descriptivo: Dosis Efectiva de Radiación en Angiotomografías Coronarias Multidetector de Enero del 2013 a Diciembre del 2015 en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga

Carlos Ismael Ortega Díaz¹, Juan Vintimilla Garate¹, Arturo Ricardo Quizhpe Rivera¹, Winston Xavier Moreira Vera¹, María José García Zambrano¹, Byron Rafael Coronel Cardenas¹, Priscila Raquel Criollo Esquivel², Xavier Miguel Salazar Alvarado³.

1. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Cuenca – Ecuador
2. Centro de Salud San Carlos, Naranjal
3. Hospital Monte Sinaí. Cuenca – Ecuador

CORRESPONDENCIA:

Carlos Ismael Ortega Díaz.
Correo Electrónico: drcarlosod@yahoo.com
Dirección: Av. José Carrasco Arteaga entre Popayán y Pacto Andino. Cuenca, Azuay – Ecuador.
Código Postal: EC010210
Teléfono: [593] 072 861 500

Fecha de Recepción: 03 - 09 - 2016
Fecha de Aceptación: 19 - 05 - 2017
Fecha de Publicación: 28 - 07 - 2017

MEMBRETE BIBLIOGRÁFICO:

Ortega C, Vintimilla J, Quizhpe R, Moreira W, García M, Coronel B, Criollo P, Salazar X. Estudio Descriptivo: Dosis Efectiva de Radiación en Angiotomografías Coronarias Multidetector de Enero del 2013 a Diciembre del 2015 en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Rev Med HJCA 2017; 9(2): 134 - 138. DOI: <http://dx.doi.org/10.14410/2017.9.2.ao.22>

ARTÍCULO ACCESO ABIERTO



©2017 Ortega et al.; Licencia RevMed HJCA. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de "Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License" (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), la cual permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; mezclar, transformar y crear a partir del material, dando el crédito adecuado al propietario del trabajo original.

El dominio público de transferencia de propiedad (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) aplica a los datos recolectados y disponibles en este artículo, a no ser que exista otra disposición del autor.

* Cada término de los Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS) reportados en este artículo ha sido verificado por el editor en la Biblioteca Virtual de Salud (BVS) de la edición actualizada a marzo de 2016, el cual incluye los términos MESH, MEDLINE y LILACS (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>).



RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La coronariografía convencional sigue siendo el patrón de referencia para cuantificar y guiar el tratamiento en la enfermedad coronaria sin embargo con la introducción de la angiotomografía coronaria multidetector en la valoración de placas ateromatosas coronarias y con esto la exposición a la radiación ha permanecido como área de constante preocupación. En la práctica diaria se recomienda basarse en lo que se conoce como As Low As Reasonably Achievable que significa optimizar la radiación sin perjuicio de la calidad del estudio.

MÉTODOS: Se trata de un estudio descriptivo retrospectivo en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga de Cuenca – Ecuador, durante el periodo de tiempo comprendido entre el 01 enero del 2013 y 31 diciembre del 2015. Para este estudio se incluyeron todos los pacientes a quienes se les realizó angiotomografía coronaria multidetector, se recolectaron los datos clínicos y la dosis efectiva de radiación de cada paciente.

RESULTADOS: La edad promedio fue de 63.2 años. Con una probabilidad pre-test intermedia-baja para enfermedad coronaria en más del 94 % de los pacientes, de los cuales el promedio de dosis de radiación efectiva en angiotomografía coronaria multidetector es de 13.0276 mSv (0.9002 – 20.657).

CONCLUSIÓN: Se trata del primer estudio en el medio donde investiga la dosis de radiación utilizada en angiotomografía coronaria multidetector permitiendo conocer la media de dosis efectiva y así optimizar la misma mediante técnicas de reducción.

DESCRIPTORES DeCS: ENFERMEDAD CORONARIA, FACTORES DE RIESGO, ANGIOGRAFÍA CORONARIA.

ABSTRACT

DESCRIPTIVE RESEARCH: Effective Dose Radiation in Coronary Multidetector Angiotomografías at January 2013 to December 2015 in the José Carrasco Arteaga Specialties Hospital.

INTRODUCTION: The conventional coronography continues to be the standard used to quantify and manage the treatment of coronary disease. However, with the introduction of the multidetector coronary angiothomography in the evaluation of coronary atheromatous plaque, the exposure to radiation has continued to be an area of constant concern. It is recommended that in daily practice the As Low as Reasonably Achievable guidelines be used, which means optimizing the amount of radiation without affecting the quality of the study.

METHOD: This a descriptive retrospective study that took place at the José Carrasco Arteaga Specialties Hospital in Cuenca – Ecuador, covering the time period between January 1, 2013 from December 31, 2015. The clinical data and effective dose of radiation of each patient who underwent a multidetector coronary angiothomography during this time span were included in the study.

RESULTS: The average age was 63.2 years, with a low to intermediate pre-test probability of coronary disease in over 94 % of the patients. The average dose of effective radiation in multidetector coronary angiothomography was of 13.0276 mSv (0.9002-20.657).

CONCLUSIONS: This is the first study in our area where the dose of radiation used in multidetector coronary angiothomography has been investigated, making it possible to identify the effective half dose, in this way optimizing the same through the use of reduction techniques.

DESCRIPTORS DECS: CORONARY DISEASE, RISK FACTORS, CORONARY ANGIOGRAPHY.

INTRODUCCIÓN

La coronariografía convencional sigue siendo el patrón de referencia para cuantificar y guiar el tratamiento en la enfermedad coronaria, sin embargo la acumulación de placa aterosclerótica en la pared de las arterias coronarias comienza mucho antes que el desarrollo de estenosis luminal [1], y en su inicio se produce remodelamiento positivo [2], imposibilitando la valoración de placas blandas que son las que en su mayoría causan síndromes coronarios agudos.

Durante los últimos años la Tomografía Computarizada (TC) ha ganado mucho espacio como herramienta complementaria para la valoración de muchas patologías cardiovasculares. Con la introducción de la Angiotomografía Coronaria Multidetector (ATCM) en la rutina clínica la exposición a la radiación ha permanecido como un área de constante preocupación [3]. Esto ha generado un aumento potencial del riesgo de cáncer asociado a la realización de estos estudios, esto explica el porqué de los últimos tiempos se ha utilizado técnicas que permitan minimizar la exposición a la radiación.

En la práctica diaria se recomienda basarse en lo que se conoce como ALARA que significa optimizar la radiación sin perjuicio de la calidad del estudio [4].

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga de la ciudad de Cuenca – Ecuador durante el 1 enero del 2013 al 31 diciembre del 2015. Se revisó las historias clínicas de los pacientes que se han sometido ATCM. Se recolectó los datos por medio del sistema AS 400. Se elaboró un formulario en el cual se incluyen las variables como edad, sexo, factores de riesgo cardiovasculares, síntomas, medicación habitual, lesiones coronarias, dosis de radiación, score calcio.

Para este estudio se incluyeron todos los pacientes a quienes se realizaron ATCM, se recolectaron los datos clínicos y la dosis efectiva de radiación de cada paciente.

Se excluyeron pacientes sin la información requerida en el expediente clínico y aquellos pacientes que no se registraron las variables completas.

Los datos obtenidos fueron analizados en el programa Microsoft Excel 2010. Las variables cuantitativas en frecuencias absolutas y porcentajes, estas se analizaron con la estadística descriptiva.

Las ATCM fueron realizados con un tomógrafo de 64 filas de detectores (Brilliance 64; Philips Medical Systems, Cleveland, OH, USA). Los parámetros de adquisición de la ATCM fueron: colimación, 64 x 0.625 mm; corrida de mesa, 31.2 mm; tiempo de rotación del gantry, 400 miliseg; 120 kV y 350 mAs. Se administró un volumen promedio de 100 ml (1.1 ml/kg de peso) de contraste yodado no iónico por vía endovenosa, a través de un catéter vascular de 18G colocado en la vena antecubital a un flujo de 5-6 ml/seg seguido de 40 ml de solución fisiológica a 3-4 ml/seg. La adquisición de las imágenes fue sincronizada con el pico de realce vascular a nivel de la aorta ascendente para asegurar la mejor opacificación de las arterias coronarias, utilizando un umbral de 150 UH.

Dosis de radiación

Siguiendo las Guías en Criterios de Calidad de TC [5], la Dosis Radiación Efectiva (DRE) de la ACTM se calculó como el producto entre la longitud del scan y la Dosis de Radiación Aplicada (DLP) y el coeficiente de conversión para el tórax ($k=0.014$ mSv/mGy.cm), de acuerdo a lo reportado en el estudio observacional [6].

RESULTADOS

Se realizaron 201 estudios pero completaron la información requerida solo 84 estudios de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

En relación con las características generales 43 pacientes fueron mujeres (51.2 %) (Tabla 1).

La edad promedio fue de 63.2 años (Tabla 2).

Del total de los pacientes el 49.6 % era hipertensos, el 16.2 % diabéticos, el 13 % tenía dislipidemia, el 12.2 % no tenía ningún factor de riesgo, el 4.9 % tenía obesidad, el 3.3 % de tabaquismo, el 0.8 % historia familiar de coronariopatía (Tabla 3).

Como antecedentes cardiovasculares conocidos solo el 10.7 % (9 pacientes) presentaban antecedentes de enfermedad coronaria solo 3.6 % (3 pacientes) curso con infarto previo y 2.4 % (2 pacientes) se realizaron angioplastia.

Dentro de los síntomas que motivaron el pedido de ATCM fueron el 52.9 % presentaron dolor no anginoso, el 34.6 % síntomas equivalentes de angina (fatiga, malestar general, disnea, palpitaciones y síncope), en el 6.7 % por un electrocardiograma alterado (que no fuera arritmias) y el 5.8 % angina típica (tabla 4).

La población en estudio luego de calcular la probabilidad clínica pre-test para enfermedad coronaria se ubicaron en los siguientes rangos: alta probabilidad 2.5 %, intermedia probabilidad 80 %, baja probabilidad 13 %, muy baja probabilidad 1.25 %.

En lo referente a la medicación habitual crónica previo al estudio el 35.9 % se encontraba recibiendo antihipertensivos, el 11.4 % antidiabéticos orales, el 17.4 % anti plaquetarios, 33.5 % estatinas y el 1.8 % nitratos (Tabla 5).

En lo que respecta a la localización de las lesiones se encontraron que el 3.6 % presento lesión de tronco coronario izquierdo (parte distal y medio); El 44 % tenían lesión en la arteria descendente anterior, el 70.7 % presentaron lesión en el segmento proximal, el 26.9 % segmento medio, el 2.4 % en el segmento distal. El 3.5 % en primera diagonal. Además el 16.6 % en circunfleja el 87.5 % presentan lesión en el segmento proximal, el 6.25 % en el segmento medial y distal; el 32.1 % coronaria derecha, el 5.5 % en el ostium, el 54 % lesión en el segmento proximal, el 24.3 % en el segmento medial, el 16.2 % en el segmento distal y se observó el 1.2 % anomalías coronarias (puente incompleto en tercio medio de DA) (Tabla 6).

El Score Calcio promedio fue de 148.905301 (3.37 – 3727.04).

El promedio de dosis de radiación en ATCM es de 13.0276 mSv (0.9002 – 20.657)

Tabla 1: Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según su género

SEXO	N: 84	%=100
MASCULINO	41	48.8%
FEMENINO	43	52.2%

Tabla 2. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según edad.

EDAD	N: 84	%=100
MENORES DE 39 AÑOS	1	1.2%
40 A 49 AÑOS	3	3.6%
50 A 59 AÑOS	28	33.3%
60 A 69 AÑOS	31	36.9%
MAYORES A 70 AÑOS	21	25%

Tabla 3. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según presencia de factores de riesgo.

FACTORES DE RIESGO	N	%=100
HIPERTENSIÓN ARTERIAL	60	49.6%
DIABETES MELLITUS	19	16.2%
TABAQUISMO	3	3.3%
DISLIPIDEMIA	15	13%
HISTORIA FAMILIAR	1	0.8%
OBESIDAD	7	4.9%
NINGUNA	16	12.2%

Tabla 4. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según su sintomatología

SÍNTOMAS	N	%=100
DOLOR NO ANGINOSO	55	52.9%
SÍNTOMAS EQUIVALENTES DE ANGINA	36	34.6%
ELECTROCARDIOGRAMA ALTERADO	7	6.7%
ANGINA TÍPICA	6	5.8%

Tabla 5. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según la administración de medicamentos previo a estudio.

MEDICAMENTOS PREVIO A ESTUDIO	N	%=100
ANTI HIPERTENSIVOS	60	35.9%
ANTI DIABÉTICOS ORALES	19	11.4%
ANTI PLAQUETARIOS	29	17.4%
ESTATINAS	56	33.5%
NITRATOS	3	1.8%

Tabla 6. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según localización de lesiones.

LOCALIZACIÓN DE LESIONES EN ARTERIAS CORONARIAS	N	%=100
LESIÓN EN ARTERIA DESCENDENTE ANTERIOR	37	44%
SEGMENTO PROXIMAL	29	70.7%
SEGMENTO MEDIO	11	26.8%
SEGMENTO DISTAL	1	2.5%
LESIÓN EN ARTERIA PRIMERA DIAGONAL	3	3.6%
LESIÓN EN ARTERIA CORONARIA DERECHA	27	32.1%
SEGMENTO PROXIMAL	20	54%
SEGMENTO MEDIO	9	24.3%
SEGMENTO DISTAL	6	16.2%
OSTIUM	2	5.5%
LESIÓN EN ARTERIA CIRCUNFLEJA	14	16.7%
SEGMENTO PROXIMAL	13	86.6%
SEGMENTO MEDIO	1	6.7%
SEGMENTO DISTAL	1	6.7%
LESIÓN EN TRONCO CORONARIO IZQUIERDO	3	3.6%
ANOMALÍA CORONARIA	1	1.2%

Tabla 7. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según la probabilidad clínica pre-test para enfermedad coronaria en el sexo masculino.

SEXO MASCULINO						
EDAD	ANGINA TÍPICA		ANGINA ATÍPICA		DOLOR NO ANGINOSO	
	N:	PROBABILIDAD	N:	PROBABILIDAD	N:	PROBABILIDAD
30 A 39 AÑOS					1	BAJA
40 A 49 AÑOS					2	INTERMEDIO
50 A 59 AÑOS	2	ALTA	2	INTERMEDIA	7	INTERMEDIO
60 A 69 AÑOS			4	INTERMEDIA	8	INTERMEDIO
70 A 79 AÑOS			3	INTERMEDIA	9	INTERMEDIO
80 A 89 AÑOS			1	INTERMEDIA	2	INTERMEDIO

Tabla 8. Distribución de 84 pacientes que se han realizado Angiotomografía según la probabilidad clínica pre-test para enfermedad coronaria en el sexo femenino.

SEXO FEMENINO						
EDAD	ANGINA TÍPICA		ANGINA ATÍPICA		DOLOR NO ANGINOSO	
	N:	PROBABILIDAD	N:	PROBABILIDAD	N:	PROBABILIDAD
30 A 39 AÑOS						
40 A 49 AÑOS					1	MUY BAJA
50 A 59 AÑOS	1	INTERMEDIO	2	INTERMEDIO	12	BAJA
60 A 69 AÑOS	1	INTERMEDIO	10	INTERMEDIO	6	INTERMEDIO
70 A 79 AÑOS					5	INTERMEDIO
80 A 89 AÑOS					1	INTERMEDIO

DISCUSIÓN

Desde su desarrollo la ATCM hacia finales de los 90 en los últimos años ha experimentado notables avances, lo que ha permitido el estudio de la anatomía coronaria de forma no invasiva, sin embargo la exposición a la radiación que esta produce es tema de constante preocupación [7].

El estudio PROTECCION I, mostró que la dosis de radiación variaba entre los diferentes centros desde 8 mSv hasta 18 mSv [8]. Se registró dosis de radiación media de 13.0276 mSv que está acorde al de otros estudios. Sin embargo varios avances técnicos han permitido la disminución de la dosis del 20 al 25 % en alrededor de 15 mSv debido a la sincronización electrocardiográfica y modulación del tubo de corriente e incluso por debajo de 10 mSv [9]. Por una mayor optimización de los parámetros de adquisición.

Este estudio se realizó con una adquisición prospectiva la cual como se demuestra en el estudio de Maruyama [10] donde se obtuvo disminuciones sustanciales de la dosis de radiación efectiva de 21 ± 6.7 mSv al 4.3 ± 1.3 mSv sin perjuicio en la calidad del estudio con porcentajes de segmentos evaluables del 96.6 %. [11]. Este tipo de adquisición ha emergido como una técnica útil para disminuir la dosis de radiación efectiva conservando una calidad de imagen adecuada.

Todos los exámenes fueron realizados con una potencia de tubo de 120 kV lo que no sucede en otros estudios donde la modulación de la potencia del tubo a 100 kV obtiene reducciones de hasta un 20 % lo que significa que se pueden realizar estudios a menos de 4 mSv

[12] lo que podría significar que si aplicamos esta técnica se obtuviese un promedio de 10.9 mSv en este estudio.

Se ha utilizado tomógrafo de 64 filas demostraron que en pacientes con Índice de Masa Corporal (IMC): < 25 kg/m² y una baja carga de calcio -utilizando un voltaje de 100 kV se obtenía una reducción del 47 % en la DRE en comparación al grupo de pacientes en los que el estudio se realizó con 120 kV, manteniendo una alta calidad de imagen [13]. Actualmente el ajuste de potencia de tubo en relación con el IMC se encuentra dentro de las recomendaciones establecidas en consenso de expertos y publicados recientemente [14].

El estudio no se diseñó para caracterizar a la población sin embargo se pueden obtener datos muy relevantes en lo referente al tipo de pacientes que se someten a esta tipo de exámenes, hubo una alta prevalencia de Factores de Riesgo (FR) un tercio de la población tiene al menos 2 o más FR con bajo porcentaje de prescripción de medicación, dentro de los criterios apropiados para la realización de ATCM el mayor porcentaje de pacientes si cumple estos criterios (probabilidad pre-test intermedia - baja en más del 94 % de los pacientes)









CONCLUSIÓN

Se trata del primer estudio en el medio donde investiga la dosis de radiación utilizada en ATCM permitiendo conocer la media de dosis efectiva y así optimizar la misma mediante técnicas de reducción para evitar daños asociados sin perjuicio de la calidad de imágenes. Los pacientes que se sometieron a ATCM si bien tienen un gran porcentaje de factores de riesgo su score calcio según la clasificación de AGASTON que es bajo.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

CO, JV, RQ: Análisis crítico del artículo. CO, MG, BC, PC, XS: Concepción diseño del estudio y recolección de información. MG, BC: Análisis estadístico. MG: Redacción del manuscrito.

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

- Carlos Ismael Ortega Díaz. Médico Especialista en Cardiología. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Docente de la Universidad de Cuenca. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6698-8689>.
- Juan Felipe Vintimilla Garate. Médico Especialista en Cardiología. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Docente de la Universidad del Azuay. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9831-1047>.
- Arturo Ricardo Quizhpe Rivera: Médico Cardiólogo Hemodinamista - Intervencionista del Servicio de Hemodinámica del Hospital José Carrasco Arteaga. Clínica Santa Inés.  ORCID: <http://orcid.org/0000-001-9936-7686>.
- Winston Xavier Moreira Vera. Médico Cardiólogo Hemodinamista. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1166-2061>
- María José García Zambrano. Residente asistencial. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2962-4397>
- Byron Rafael Coronel Cárdenas. Residente Asistencial. Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4558-7303>
- Priscila Raquel Criollo Esquivel. Médico Rural. Ministerio de Salud Pública. Troncal, Cañar – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7483-695X>
- Xavier Miguel Salazar Alvarado. Licenciado en Imagenología. Cuenca, Azuay – Ecuador.  ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2970-7267>

ABREVIATURAS

ALARA: As Low As Reasonably Achievable; TC: Tomografía Computarizada; ATCM: Angiotomografía Coronaria Multidetector FR: Factores de Riesgo; mSv: Milisievert. KV: kilovoltio; DRE: Dosis de Radiación Efectiva; DPL: Dosis de Radiación Aplicada; IMC: Índice De Masa Corporal; G: Gough; ml: miligramo; ml/kg: miligramo por kilogramo de peso; mm: milímetros; mGy: miligray; miliseg: Milisegundos; UH: Unidades de Hounsfield

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al personal del Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga, al permitirnos el acceso a los datos utilizados en esta investigación y a los docentes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cuenca, por su valiosa colaboración en la elaboración de este estudio.

FINANCIAMIENTO

La fuente económica de esta investigación fue autofinanciada.

DISPONIBILIDAD DE DATOS Y MATERIALES

Los datos que sustentan los hallazgos de este estudio están disponibles bajo requisición al autor principal.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

La identidad de los individuos participantes en este estudio fue protegida por lo que no se obtuvo un consentimiento específico para publicación.

APROBACIÓN ÉTICA Y CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN

El protocolo fue aprobado para publicar y cuenta con la aprobación ética.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no reportan ningún conflicto de interés.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Ortega C, Vintimilla J, Quizhpe R, Moreira W, García M, Coronel B, Criollo P, Salazar X. Estudio Descriptivo: Dosis Efectiva de Radiación en Angiotomografías Coronarias Multidetector de Enero del 2013 a Diciembre del 2015 en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga. 2016. Rev Med HJCA 2017; 9(2):134 - 138. DOI: <http://dx.doi.org/10.14410/2017.9.2.ao.22>

PUBLONS

 Contribuye con tu revisión en: <https://publons.com/review/1032718>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stary H, Chandler A, Dinsmore R, Fuster V, Glagov S, Insull W, et al. A definition of Advanced Types of Atherosclerosis Lesion and Histological Classification of Atherosclerosis. A Report from the Committee on Vascular Lesion of the Council on Atherosclerosis, American Heart Association 1995;92:1355-1374
2. Glasgow S, Weisenberg E, Zarins C, Stankunavicius R, Kolettis G. Compensatory Enlargement of Human Atherosclerosis Coronary Arteries. N Engl J Med 1987; 316:1371-1375.
3. Einstein A, Henzlova M, Rajagopalan S. Estimating Risk of Cancer Associated with Radiation Exposure from 64-slice Computed Tomography Coronary Angiography. JAMA 2001;298(3):317-323
4. Halliburton S, Abbara S, Chen M, Gentry R, Mahesh M, Raff G, et al. SCCT Guidelines on Ration Dose and Dose Optimization Strategies in Cardiovascular CT. J Cardiovasc Comput Tomogr 2011; (5):198-224.
5. Menzel H, Schibilla H, Teunen D. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Luxembourg: Euro Commission, 2000; Publication No. EUR 16262EN.
6. Hausleiter J, Meyer T, Hermann F, Krebs M, Gerber T, McCollough C, et al. Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography. JAMA 2009; 301:500-507.
7. Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. JAMA 2007; 298:317-323.
8. Bischoff B, Hein F, Meyer T, Krebs M, Hadamitzky M, Martinoff S, et al. Comparison of sequential and helical scanning for radiation dose and image quality: results of the Prospective Multicenter Study on Radiation Dose Estimates of Cardiac CT Angiography (Protection) I Study. Am J Roentgenol 2010; 194 (5):1495-1499.
9. Stolzmann P, Scheffel H, Schertler T, Frauenfelder T, Leschka S, Husmann L, et al. Radiation dose estimates in dual-source computed tomography coronary angiography. Eur Radiol 2008; 18 (3):592-599.
10. Maruyama T, Takada M, Hasuike T, Yoshikawa A, Namimatsu E, Yoshizumi T. Radiation dose reduction and coronary assessability of prospective electrocardiogram-gated computed tomography coronary angiography: comparison with retrospective electrocardiogram-gated helical scan. J Am Coll Cardiol 2008;52(18):1450 -1455
11. Husmann L, Valenta I, Gaemperli O, Adda O, Treyer V, Wyss C, et al. Feasibility of low-dose coronary CT angiography: first experience with prospective ECG-gating. Eur Heart J 2008; 29:191-197.
12. Carrascosa P, Capuñay C, Deviggiano A, Goldsmit A, Tajer C, Bettinotti M, et al. Accuracy of low-dose prospectively gated axial coronary CT angiography for the assessment of coronary artery stenosis in patients with stable heart rate. J Cardiovasc Comput Tomogr 2010; 4:197-205.
13. Feuchtner G, Jodocy D, Klauser A, Haberfellner B, Aglan I, Spoelck A, et al. Radiation dose reduction by using 100-kV tube voltage in cardiac 64-slice computed tomography: a comparative study. Eur J Radiol 2010; 75(1): 51-56.
14. Martin CJ. Effective dose: how should it be applied to medical exposures? Br J Radiol 2007; 80:639-647.