Artículo Original

Exposición Radiológica en Procedimentos Coronarios Realizados por las Vías Radial y Femoral

Eduardo Ilha de Mattos[1], Cristiano de Oliveira Cardoso[2], Cláudio Vasques de Moraes[3], Júlio Vinícius de Souza Teixeira[4], Alexandre Damiani Azmus[5], Leandro dos Santos Fischer[6], Amanda Laguna[7], Juliana Canedo Seben[8], La Hore Correa Rodrigues[9], Carlos Roberto Cardoso[10]

RESUMEN

Introducción: Aunque el abordaje transradial haya reducido las complicaciones vasculares, los estudios demuestran que puede estar relacionada con mayor exposición radiológica. El objetivo de este estudio es comparar los parámetros de exposición radiológica entre procedimientos cardiológicos invasivos realizados por accesos radial y femoral. **Métodos:** Estudio de cohorte prospectiva incluyendo pacientes sometidos a cateterismo cardíaco diagnóstico o intervención coronaria percutánea (ICP) entre Agosto de 2010 y Diciembre de 2011. Fueron registradas las características clínicas, angiográficas y de exposición a radiación en un banco de datos específico. Los pacientes fueron analizados de acuerdo con la vía de acceso: femoral o radial. **Resultados:** Se incluyeron 1.197 pacientes, 782 sometidos a procedimientos por vía femoral y 415, a procedimientos por vía radial. Se observó menor prevalencia de pacientes del sexo femenino (36,2% vs. 45,6%; p<0,01), cirugía de revascularización miocárdica previa (4% vs. 12,7%; p<0,01) y valvulopatía grave (0,3% vs. 1,4%; p=0,07) en el grupo radial. La mediana de la dosis de radiación recibida por los pacientes fue mayor con la utilización de la vía radial, tanto para procedimientos diagnósticos (621,6 mGy vs. 445,7 mGy; p<0,01) como terapéuticos (1.241,6 mGy vs. 990,9 mGy; p<0,01). Operadores menos experimentados en el acceso radial expusieron los pacientes a una dosis mayor de radiación en las ICP (1.463 mGy vs. 1.196 mGy; p=0,02), lo que no ocurrió con los más experimentados (1.311 mGy vs. 1.449 mGy; p=0,84). **Conclusiones:** Pacientes sometidos a procedimientos cardiológicos invasivos son expuestos a niveles mayores de radiación por la vía de acceso radial. Sin embargo, operadores experimentados pueden neutralizar esa desventaja en relación a la vía femoral.

ABSTRACT

Radiation Exposure in Coronary Procedures Using the Radial and Femoral Approaches

Background: Although the transradial approach had significan - tly reduced vascular complications, studies have demonstra - ted that it may be related to higher radiation exposure. The objective of this study is to compare radiation exposure in invasive cardiologic procedures using the transradial and transfemoral approaches. **Methods:** Prospective cohort study including patients undergoing diagnostic cardiac catheterization or percutaneous coronary intervention (PCI) between August 2010 and December 2011. Clinical, angiographic and radiation exposure characteristics were recorded in a de dicated database. Patients were analyzed according to the access route: femoral or radial. **Results:** Of the 1,197 patients included in the study, 782 were submitted to procedures using the femoral access and 415 using the radial access. There was a lower prevalence of females (36.2% vs. 45.6%; P < 0.01), previous coronary artery bypass graft surgery (4% vs. 12.7%; P < 0.01) and severe valvular heart disease (0.3% vs. 1.4%; P = 0.07) in the radial group. The median radiation dose received by the patients was higher with the radial approach, both for diagnostic (621.6 mGy vs 445.7 mGy; P < 0.01) and therapeutic procedures (1,241.6 mGy vs 990.9 mGy; P < 0.01). Less experienced operators in the radial approach exposed patients to higher radiation doses (1,463 mGy vs 1,196 mGy; P = 0.02), which did not occur with the more experienced operators (1,311 mGy vs 1,449 mGy;

[1] Médico del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[2] Máster. Médico Cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[3] Médico del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[4] Máster. Médico hemodinamista do Instituto de Cardiología do Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[5] Doctor. Médico del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/ Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[6] Técnico en radiología y diagnóstico por imagen del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardio-logía. Porto Alegre, RS, Brasil.

[7] Técnica ec radiología y diagnóstico por imagen del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[8] Máster. Bióloga do Instituto de Cardiología do Rio Grande do Sul/ Fun dación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[9] Máster. Médico hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

[10] Médico del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

Correspondencia: Cristiano de Oliveira Cardoso. Rua Francisco Petuco, 340/805 – Boa Vista – Porto Alegre, RS, Brasil – CEP 90520-620 E-mail: cro_cardoso@yahoo.com.br

Recibido el: 7/1/2013 • Aceptado el: 28/2/2013

P = 0.84). **Conclusions:** Patients undergoing invasive cardiologic procedures are exposed to higher radiation levels when the radial access is used. However, experienced operators may neutralize this disadvantage.

DESCRIPTORES: Arteria radial. Arteria femoral. Angioplastia. Cateterismo cardíaco. Exposición a radiación.

DESCRIPTORS: Radial artery. Femoral artery. Angioplasty. Cardiac catheterization. Radiation exposure.

Desde su introducción en la cardiología intervencionista,[1,2] el uso del acceso transradial ha crecido de forma constante en los últimos años.[3] Las ventajas de la vía de acceso radial incluyen menores tasas de sangrado y de complicaciones vasculares,[4-8] y mayor comodidad para los pacientes, con reducción significativa de los costos intrahospitalarios y del tiempo de hospitalización.[9] Algunos estudios incluso demuestran reducción de la mortalidad en determinados subgrupos de pacientes.[10,11] Por este motivo, la vía de acceso radial es considerada por algunos como estrategia estándar para ciertos procedimientos cardíacos.[12,13]

Sin embargo, todavía existe cierta preocupación en relación con la posible mayor exposición a la radiación en el acceso transradial[14], siendo relatados resultados contradictorios.[15-19] Estos estudios demuestran que la vía radial puede aumentar la dosis de radiación recibida tanto por los pacientes como por los intervencionistas.[14,20] Frente a las constantes preocupaciones referentes a la radiación ionizante, esta podría, tal vez, ser una limitación de la técnica radial.

Así, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la exposición radiológica según el uso de las vías de acceso radial y femoral en una población del mundo real, sometida a procedimientos diagnósticos o terapéuticos.

MÉTODOS

Delineación

Estudio observacional.

Población del estudio

Se acompañaron los procedimientos de pacientes con indicación de cateterismo cardíaco diagnóstico o intervención coronaria percutánea (ICP) con el fin de registrar los patrones de exposición radiológica. Las informaciones referentes al perfil clínico de los pacientes fueron recolectadas y analizadas prospectivamente. Todos los pacientes firmaron un término de consentimiento, y el protocolo fue aprobado por el comité de ética e investigación local.

Procedimientos por las vías radial y femoral

Los procedimientos fueron realizados por diferentes operadores, independientemente de la vía de acceso. La elección del acceso arterial fue según el criterio del operador, así como también los tipos de catéteres, las proyecciones utilizadas y el número de grafías. Los procedimientos tanto por la vía radial como por la vía femoral siguieron las recomendaciones de las directrices actuales. Después de los procedimientos, se realizó hemostasia de la arteria radial por medio de cura compresiva con Tensoplast® (BSN Medical Pty Ltd, Pinetown, África del Sur). En los procedimientos femorales, la hemostasia fue realizada por compresión manual.

Parámetros de exposición radiológica

La exposición radiológica de los pacientes fue medida a través de la dosis de radiación de entrada en la piel (*cumulative air* KERMA – *Kinetic Energy Released per unit MAss*). Adicionalmente, se midió el tiempo de fluoroscopia, el número de *frames* y *frames* por grafía, y el análisis del producto dosis-área (*dose area product*) para determinación del tiempo de exposición radiológica y del área irradiada.

Los procedimientos fueron realizados en aparato con detectores planos marca Philips Allura Xper FD10 monoplano (Einthoven, Holanda), tres lentes (15 cm, 20 cm y 25 cm), filtro doble (cobre y aluminio), con programación estándar para la adquisición de imagen en 15 *frames* por segundo.

Sobreexposición radiológica fue definida como dosis total ≥2 Gy al término del procedimiento.

Análisis estadístico

Los datos fueron prospectivamente recolectados y almacenados en un banco de datos específico del programa ACCESS. Para el análisis se utilizó el programa SPSS para Windows versión 18.0.

Los resultados son presentados como media y desvío estándar, mediana e intervalo intercuartil, y porcentaje. Para comparación se utilizaron los tests de chi cuadrado, *t* de Student y Mann-Whitney. Fue considerada significación estadística valor de $p<0,05$ (bicaudal).

RESULTADOS

Entre Agosto de 2010 y Diciembre de 2011 fueron realizados 1.197 procedimientos cardiológicos invasivos, siendo 415 por vía radial y 782 por vía femoral.

En general, el perfil clínico fue semejante entre los grupos, pero los pacientes sometidos a procedimientos por

vía radial mostraron menor prevalencia de pacientes del sexo femenino (36,2% vs. 45,6%; p<0,01), cirugía de revascularización miocárdica previa (4% vs. 12,7%; p<0,01) o valvulopatía grave (0,3% vs. 1,4%; p=0,07) (Tabla 1).

Cateterismo cardíaco diagnóstico

De los 782 pacientes sometidos a cateterismo cardíaco diagnóstico, en 222 pacientes se realizó el procedimiento por vía radial y en 560 por vía femoral.

El tiempo de fluoroscopia (5,4 ± 4,2 minutos vs. 4,3 ± 3,3 minutos; p=0,001) fue mayor en el grupo radial, pero con menor número de grafías (11 ± 3 vs. 16 ± 4; p=0,04). El número total de *frames* (778 ± 228 vs. 736 ± 169; p=0,08) y de *frames* por grafía (81,2 ± 14 vs. 91,2 ± 24; p=0,14) fue semejante en los grupos radial y femoral, respectivamente.

Al analizar los parámetros de exposición radiológica, se verificó que las medianas de la dosis de radiación de entrada en la piel (radial 621,6 mGy vs. femoral 445,7 mGy) y del producto dosis-área (radial 36.633,3 mGy.cm^2 vs. femoral 29.271,0 mGy.cm^2) fueron mayores (p<0,01) en el grupo de pacientes sometidos al examen por el acceso radial (Tabla 2).

TABLA 1
Características clínicas de los pacientes sometidos a procedimientos diagnósticos y terapéuticos

å	Radial (n = 321)	Femoral (n = 876)	Valor de *p*
Edad, años	62,9 ± 7,4	62,2 ± 10,9	0,90
Sexo femenino,	36,2	45,6	< 0,01
% Raza blanca,	84,5	87,2	0,54
% Altura, cm	169 ± 9,4	165 ± 8,2	0,80
Peso, kg	77 ± 9,1	78 ± 15,7	0,60
Tabaquismo activo, %	18,6	18,6	> 0,99
Hipertensión arterial, %	78	76,9	0,69
Diabetes mellitus, %	30,7	30,3	0,48
Dislipidemia, %	45,8	48	0,27
Historia familiar de enfermedad arterial coronaria, %	59,4	62	0,42
Intervención coronaria percutánea previa, %	25,1	30,6	0,14
Cirugía de revascularización previa, %	4	12,7	< 0,01
Infarto agudo de miocardio previo, %	33,1	33	> 0,99
Accidente vascular cerebral previo, %	4	3,4	0,60
Valvulopatía grave, %	0,3	1,4	0,07

Intervención coronaria percutánea

De los 415 pacientes sometidos a ICP, 99 pacientes realizaron el procedimiento por vía radial y 316, por vía femoral.

La ICP fue realizada en diferentes escenarios clínicos en los dos grupos (p=0,02): ICP electiva (radial 55,5% vs. femoral 55%), ICP en síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (radial 43,4% vs. femoral 34,1%) e ICP primaria (radial 1,1% vs. femoral 10,9%).

Las características del procedimiento y las características angiográficas de las lesiones tratadas no difirieron significativamente entre los grupos, excepto por el mayor porcentaje de pacientes con lesión de bifurcación tratada por vía femoral (Tabla 3).

Los pacientes sometidos a ICP por la vía radial presentaron también mayor tiempo de fluoroscopia (9,2 ± 3,2 minutos vs. 7,1 ± 1,1 minutos; p<0,01) y mayor número de grafías por examen (17,4 ± 2 vs. 14,6 ± 1; p=0,03). El número total de *frames* (878 ± 198 vs. 899 ± 207; p=0,80) y de *frames* por grafía (84,3 ± 20 vs. 85,4 ± 19; p=0,60) no fue diferente entre los grupos.

De la misma forma que los pacientes sometidos a cateterismo diagnóstico, las medianas de la dosis de radiación de la entrada en la piel (radial 1.241,6 mGy vs. femoral 990,9 mGy) y del producto dosis-área (radial 55.804,6 mGy.cm^2 vs. femoral 44.724,2 mGy.cm^2) fueron mayores (p<0,01) en el grupo radial (Tabla 4).

Curva de aprendizaje

La *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions* (SCAI)[21] propone 3 niveles de competencia de los operadores por vía radial. Los niveles 1 y 2 corresponden a los operadores con menor experiencia y el nivel 3 a los operadores con más experiencia (capacitados para realizar todos los tipos de procedimiento en pacientes con anatomía y lesiones complejas). En el análisis estratificado,

TABLA 2
Exposición radiológica de los pacientes sometidos a procedimientos diagnósticos

	Radial (n = 222)	Femoral (n = 560)	Valor de *p*
Air KERMA del paciente, mGy			< 0,01
Cuartil inferior ($Q_{1/4}$)	408	293,7	
Mediana ($Q_{2/4}$)	621,6	445,7	
Cuartil superior ($Q_{3/4}$)	894,1	609,2	
Producto dosis-área, mGy.cm^2			< 0,01
Cuartil inferior ($Q_{1/4}$)	22.071,2	19.944,8	
Mediana ($Q_{2/4}$)	36.633,3	29.270,1	
Cuartil superior ($Q_{3/4}$)	54.888,8	41.437,8	

KERMA = *Kinetic Energy Released per unit MAss.*

verificamos que los operadores con gran experiencia radial (nivel 3) realizan tanto cateterismo diagnóstico como ICP con exposición radiológica similar entre las dos vías de acceso. En cambio, operadores con menos experiencia (niveles 1 y 2) expusieron los pacientes a niveles mayores de radiación durante la ICP (Figura).

TABLA 3
Características angiográficas de los pacientes sometidos a procedimientos terapéuticos

	Radial (n = 99)	Femoral (n = 316)	Valor de *p*
Vaso tratado,%			0,38
DA	37,5	37,3	
CX	21,4	27,3	
CD	38,8	30,2	
Otros	2,3	5,2	
Tipo de lesión, %			0,31
A	2,5	1,4	
B1	3,7	5,8	
B2	52,1	42,4	
C	41,7	50,4	
Lesión en bifurcación, %	6,5	19,6	0,03
Lesión calcificada, %	17,6	22	0,20
Oclusión crónica, %	4,6	5,2	0,24
Diámetro de referencia, mm	3,07 ± 0,5	3,03 ± 0,6	0,13
Longitud de la lesión, mm	18,5 ± 6,6	17,9 ± 7,3	0,11
Pre dilatación, %	69	64,2	0,70
Post dilatación, %	24,2	30,1	0,12
Presión final, atm	17,1	16	0,90
Éxito del procedimiento, %	98,5	99,1	0,18

CD = arteria coronaria derecha; CX = arteria circunfleja; DA = arteria descendente anterior.

TABLA 4
Exposición radiológica de los pacientes sometidos a procedimientos terapéuticos

Exposición radiológica	Radial (n = 99)	Femoral (n = 316)	Valor de *p*
Air KERMA del paciente, mGy			< 0,01
Cuartil inferior ($Q_{1/4}$)	745,9	585,9	
Mediana ($Q_{2/4}$)	1.241,6	990,9	
Cuartil superior ($Q_{3/4}$)	1.687,9	1.517,5	
Producto dosis-área, mGy.cm^2			< 0,01
Cuartil inferior ($Q_{1/4}$)	33.937,8	29.116	
Mediana ($Q_{2/4}$)	55.804,6	44.724,2	
Cuartil superior ($Q_{3/4}$)	88.749,3	83.275,9	

KERMA = *Kinetic Energy Released per unit MAss.*

Sobreexposición radiológica

La sobreexposición radiológica (dosis >2 Gy) no fue diferente entre las vías de acceso radial y femoral, en los procedimientos de cateterismo diagnóstico (1,8% vs. 1,3%; p=0,32). Mientras tanto, un mayor porcentaje de pacientes fue expuesto a dosis >2 Gy en los procedimientos terapéuticos por vía radial (20,2% vs. 14,4%; p=0,045).

DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra que la vía de acceso radial promueve mayor exposición radiológica en los procedimientos de cateterismo cardíaco diagnóstico e terapéutico. Sin embargo, esos resultados son fuertemente influenciados por la experiencia del operador.

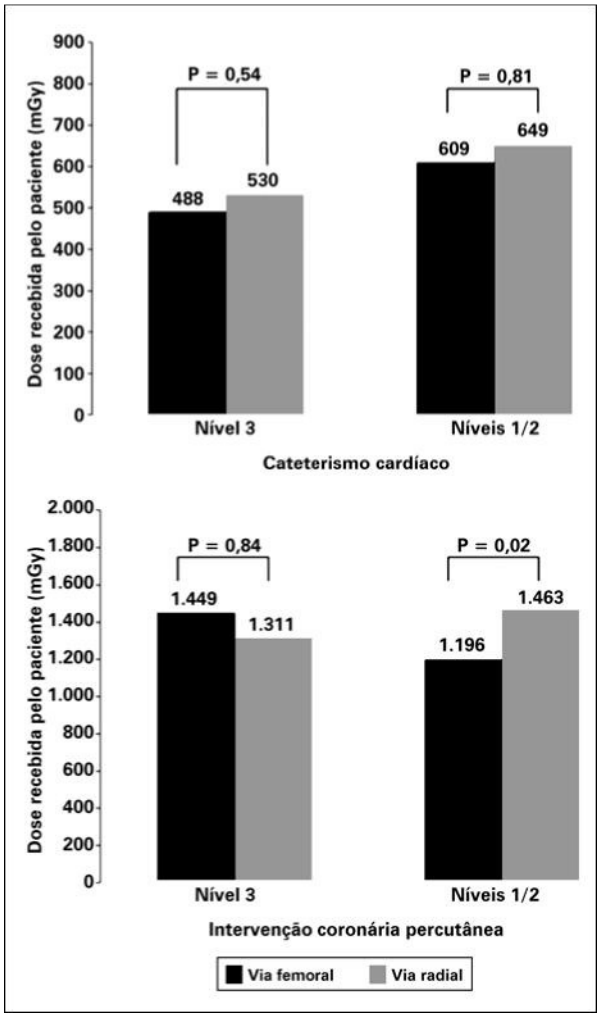

Figura. Promedio de exposición radiológica recibida por los pacientes abordados por las vías femoral y radial entre operadores con diferentes niveles de experiencia, según la *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions* (SCAI).

Nuestro trabajo es uno de los primeros en demostrar, en la literatura nacional, que la vía radial puede estar relacionada con una mayor exposición radiológica. Este hecho es relevante, pues preocupaciones relativas a la radiación son pertinentes y divulgadas por las principales sociedades científicas. En estudios publicados en 2011[22] y 2012[23], demostramos que tanto en los exámenes diagnósticos como en los terapéuticos la sobreexposición radiológica (>2 Gy) es frecuente en nuestro medio. En la publicación de 2011[22], 1,2% y 21% de los exámenes diagnósticos y de las ICP sobrepasaron, respectivamente, la dosis de 2 Gy. En el estudio actual, verificamos niveles semejantes de exposición. Sin embargo, operadores con experiencia en el uso de la vía radial consiguen equiparar la exposición radiológica de ésta con la vía femoral. Por lo tanto, es fundamental que los intervencionistas y los centros de formación se preocupen con este aspecto de la técnica y no escatimen esfuerzos para implementar en sus servicios todas las medidas de protección radiológica.

Se sabe que al comienzo de la curva de aprendizaje la tasa de éxito,[24] el tiempo de fluoroscopía y el volumen de contraste son mayores con el acceso radial.[22] Nuestros resultados ratifican estos hallazgos. Además, queda claro que el perfil angiográfico de los pacientes en que se utiliza la vía radial es menos complejo que el de los pacientes sometidos a la vía femoral. En nuestro estudio verificamos una menor prevalencia de pacientes del sexo femenino, cirugía de revascularización miocárdica, valvulopatía grave y lesiones en bifurcación en el grupo de la ICP. Ese sesgo de selección ha sido frecuente en los estudios que comparan las dos vías de acceso. Los estudios *Transradial Approach [LEft versus right] aNd procedural Times during percutaneous coronary procedures* (TALENT)[19] y *RadIal Vs. FemorAL Access for Coronary Intervention* (RIVAL)[25], por ejemplo, excluyeron pacientes con cirugía de revascularización miocárdica (TALENT) o limitaron el número de injertos de arteria mamaria (RIVAL). Por lo tanto, se verifica que aún en grandes estudios, el perfil clínico/angiográfico de los pacientes en los que se utiliza la vía radial es menos grave.

La curva de aprendizaje ejerce un papel fundamental en cualquier procedimiento. En nuestro estudio, la mayor experiencia del operador estuvo directamente relacionada con la menor exposición radiológica. El estudio RIVAL[10] demostró, anteriormente, hallazgos semejantes. A pesar de que la técnica radial no ha demostrado superioridad en relación a la femoral en el análisis del resultado principal, un análisis de subgrupo demostró que operadores con alta experiencia consiguen incluso reducir la mortalidad en el infarto agudo del miocardio. Como consecuencia de las evidencias inequívocas en la reducción de eventos cardiovasculares, actualmente están en desarrollo estudios que investigan la influencia en la curva de aprendizaje y su relación con la exposición radiológica. El estudio *Transradial and Transfemoral Approach by EXPERienced Operators in Daily rouTine* (EXPERT – www.clinicaltrials.gov; NCT01794325) evaluará, de forma aleatorizada, si operadores con alta experiencia en el uso de la vía radial consiguen realizar el cateterismo diagnóstico con exposición radiológica similar a la de la vía femoral. Así, será posible determinar si la mayor dosis de radiación durante los procedimientos radiales surge de la experiencia del operador o de la técnica en sí.

Limitaciones del estudio

Nuestro estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas. Se trata de un análisis de un único centro y con carácter observacional. Los pacientes fueron seleccionados para una u otra vía de acceso por los operadores. Posibles dificultades técnicas fuertemente relacionadas con la mayor exposición radiológica tampoco fueron discriminadas. El hecho de que la exposición radiológica se refiera solamente a la dosis de radiación recibida por el paciente impide cualquier inferencia sobre la dosis recibida por los operadores en el presente estudio.

CONCLUSIONES

El estudio demuestra que pacientes sometidos a procedimientos cardiológicos invasivos, tanto diagnósticos como terapéuticos, son expuestos a mayores niveles de radiación por la vía de acceso radial. Sin embargo, operadores experimentados con esta vía de acceso pueden neutralizar esa desventaja en relación a la vía femoral.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no haber conflictos de interés relacionados a este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. Cathet Cardiovasc Diagn.1989;16(1):3-7.
2. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. Cathet Cardiovasc Diagn. 1993;30(2):173-8.
3. Andrade PB, Tebet MA, Andrade MA, Labrunie A, Mattos LA. Acesso radial em intervenções coronarianas percutâneas: panorama atual brasileiro. Arq Bras Cardiol. 2011;96(4):312-6.
4. Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML, Rigattieri S, Turri M, Anselmi M, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures: Systematic overview and meta-analysis of randomized trials. J Am Coll Cardiol. 2004;44(2):349-56.
5. Choussat R, Black A, Bossi I, Fajadet J, Marco J. Vascular complications and clinical outcome after coronary angioplasty with platelet IIb/IIIa receptor blockade. Comparison of transradial vs transfemoral arterial access. Eur Heart J. 2000;21(8):662-7.
6. Hildick-Smith DJ, Walsh JT, Lowe MD, Petch MC. Coronary angiography in the fully anticoagulated patient: the transradial route is successful and safe. Catheter Cardiovasc Interv. 2003; 58(1):8-10.
7. Jolly SS, Amlani S, Hamon M, Yusuf S, Mehta SR. Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Am Heart J. 2009;157(1):132-40.
8. Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and

femoral approaches: the access study. J Am Coll Cardiol. 1997;29(6):1269-75.

9. Roussanov O, Wilson SJ, Henley K, Estacio G, Hill J, Dogan B, et al. Cost-effectiveness of the radial versus femoral artery approach to diagnostic cardiac catheterization. J Invasive Cardiol. 2007;19(8):349-53.
10. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, Niemela K, Xavier D, Widimsky P, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. Lancet. 2011;377(9775):1409-20.
11. Romagnoli E, Biondi-Zoccai G, Sciahbasi A, Politi L, Rigat-tieri S, Pendenza G, et al. Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study. J Am Coll Cardiol. 2012;60(24):2481-9.
12. Hamon M, Nolan J. Should radial artery access be the "gold standard" for PCI? Heart. 2008;94(12):1530-2.
13. Hamon M, Pristipino C, Di Mario C, Nolan J, Ludwig J, Tubaro M, et al. Consensus document on the radial approach in percutaneous cardiovascular interventions: position paper by the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions and Working Groups on Acute Cardiac Care and Thrombosis of the European Society of Cardiology. EuroIntervention. 2013 Jan 28. [Epub ahead of print]
14. Kim KP, Miller DL. Minimising radiation exposure to physicians performing fluoroscopically guided cardiac catheterisation procedures: a review. Radiat Prot Dosimetry. 2009;133(4): 227-33.
15. Larsen P, Shah S, Waxman S, Freilich M, Riskalla N, Piemonte T, et al. Comparison of procedural times, success rates, and safety between left versus right radial arterial access in primary percutaneous coronary intervention for acute ST-segment elevation myocardial infarction. Catheter Cardiovasc Interv. 2011;78(1):38-44.
16. Mercuri M, Mehta S, Xie C, Valettas N, Velianou JL, Natarajan MK. Radial artery access as a predictor of increased radiation exposure during a diagnostic cardiac catheterization procedure. JACC Cardiovasc Interv. 2011;4(3):347-52.
17. Miller DL, Vano E, Bartal G, Balter S, Dixon R, Padovani R, et al. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. Cardiovasc Intervent Radiol. 2010;33(2):230-9.
18. Rao SV, Cohen MG, Kandzari DE, Bertrand OF, Gilchrist IC. The transradial approach to percutaneous coronary intervention: historical perspective, current concepts, and future directions. J Am Coll Cardiol. 2010;55(20):2187-95.
19. Sciahbasi A, Romagnoli E, Trani C, Burzotta F, Sarandrea A, Summaria F, et al. Operator radiation exposure during percutaneous coronary procedures through the left or right radial approach: the TALENT dosimetric substudy. Circ Cardiovasc Interv. 2011;4(3):226-31.
20. Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschildre A, Duval S, Vitry F, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. Eur Heart J. 2008;29(1):63-70.
21. Caputo RP, Tremmel JA, Rao S, Gilchrist IC, Pyne C, Pancholy S, et al. Transradial arterial access for coronary and peripheral procedures: executive summary by the Transradial Committee of the SCAI. Catheter Cardiovasc Interv. 2011;78(6):823-39.
22. Vargas FG, Fontella NR, Kaufmann W, Rodrigues GO, Me-deiros RF, Cardoso CR, et al. Radiological exposure patterns and overexposure predictors of patients undergoing invasive cardiologic procedures in flat detector fluoroscopy systems. Rev Bras Cardiol Invasiva. 2011;19(1):84-9.
23. Vargas FG, Silva BS, Cardoso CO, Leguisamo N, Moraes CAR, Moares CV, et al. Impact of body weight on radiation exposure during invasive cardiac procedures. Rev Bras Cardiol Invasiva. 2012;20(1):63-8.
24. Nunes GL, Oliveira AT, Alves L, Alfonso T. Influence of the learning curve on the success and occurrence of complications associated with transradial procedures. Rev Bras Cardiol Invasiva. 2007;15(2):115-8.
25. Jolly SS, Niemela K, Xavier D, Widimsky P, Budaj A, Valentin V, et al. Design and rationale of the radial versus femoral access for coronary intervention (RIVAL) trial: a randomized comparison of radial versus femoral access for coronary angiography or intervention in patients with acute coronary syndromes. Am Heart J. 2011;161(2):254-260 e1-4.