

Exposição Radiológica em Procedimentos Coronários Realizados pelas Vias Radial e Femoral

Eduardo Ilha de Mattos¹, Cristiano de Oliveira Cardoso², Cláudio Vasques de Moraes³, Júlio Vinícius de Souza Teixeira⁴, Alexandre Damiani Azmus⁵, Leandro dos Santos Fischer⁶, Amanda Laguna⁷, Juliana Canedo Seben⁸, La Hore Correa Rodrigues⁹, Carlos Roberto Cardoso¹⁰

RESUMO

Introdução: Embora a abordagem transradial tenha reduzido as complicações vasculares, estudos demonstram que pode estar relacionada a maior exposição radiológica. É objetivo deste estudo comparar os parâmetros de exposição radiológica em procedimentos cardiológicos invasivos pelos acessos radial e femoral. **Métodos:** Estudo de coorte prospectiva incluindo pacientes submetidos a cateterismo cardíaco diagnóstico ou intervenção coronária percutânea (ICP) entre agosto de 2010 e dezembro de 2011. Características clínicas, angiográficas e de exposição à radiação foram registradas em banco de dados específico. Os pacientes foram analisados de acordo com a via de acesso: femoral ou radial. **Resultados:** Foram incluídos 1.197 pacientes, 782 submetidos a procedimentos por via femoral e 415, a procedimentos por via radial. Observou-se menor prevalência de pacientes do sexo feminino (36,2% vs. 45,6%; $P < 0,01$), cirurgia de revascularização miocárdica prévia (4% vs. 12,7%; $P < 0,01$) e valvulopatia grave (0,3% vs. 1,4%; $P = 0,07$) no grupo radial. A mediana da dose de radiação recebida pelos pacientes foi maior com a utilização da via radial, tanto para procedimentos diagnósticos (621,6 mGy vs. 445,7 mGy; $P < 0,01$) como terapêuticos (1.241,6 mGy vs. 990,9 mGy; $P < 0,01$). Operadores menos experientes no acesso radial expuseram pacientes a maior dose de radiação nas ICPs (1.463 mGy vs. 1.196 mGy; $P = 0,02$), o que não ocorreu com os mais experientes (1.311 mGy vs. 1.449 mGy; $P = 0,84$). **Conclusões:** Pacientes submetidos a procedimentos cardiológicos invasivos são expostos a níveis maiores de radiação pela via de acesso radial. No entanto,

ABSTRACT

Radiation Exposure in Coronary Procedures Using the Radial and Femoral Approaches

Background: Although the transradial approach had significantly reduced vascular complications, studies have demonstrated 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 dedicated 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 do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

² Mestre. Médico cardiologista e hemodinamicista do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Médico do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Mestre. Médico hemodinamicista do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁵ Doutor. Médico do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁶ Técnico em radiologia e diagnóstico por imagem do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁷ Técnica em radiologia e diagnóstico por imagem do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁸ Mestre. Bióloga do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

⁹ Mestre. Médico hemodinamicista do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

¹⁰ Médico do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia. Porto Alegre, RS, Brasil.

Correspondência: 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

Recebido em: 7/1/2013 • Aceito em: 28/2/2013

operadores experientes podem neutralizar essa desvantagem em relação à via femoral.

DESCRITORES: Artéria radial. Artéria femoral. Angioplastia. Cateterismo cardíaco. Exposição a radiação.

Desde sua introdução na cardiologia intervencionista,^{1,2} a utilização do acesso transradial tem crescido de forma constante nos últimos anos.³ As vantagens da via de acesso radial incluem menores taxas de sangramento e de complicações vasculares,⁴⁻⁸ e maior conforto dos pacientes, com significativa redução dos custos hospitalares e do tempo de internação.⁹ Alguns estudos, inclusive, demonstram redução de mortalidade em determinados subgrupos de pacientes.^{10,11} Por esse motivo, a via de acesso radial é considerada por alguns como estratégia padrão para certos procedimentos cardíacos.^{12,13}

No entanto, preocupações com possível maior exposição à radiação com o acesso transradial ainda existem¹⁴ e resultados contraditórios têm sido relatados.¹⁵⁻¹⁹ Esses estudos demonstram que a via radial pode aumentar a dose de radiação recebida tanto por pacientes quanto por intervencionistas.^{14,20} Diante das constantes preocupações referentes à radiação ionizante, essa pode, talvez, ser uma limitação da técnica radial.

Assim, o presente estudo tem por objetivo avaliar a exposição radiológica com a utilização das vias de acesso radial e femoral em uma população do mundo real, submetida a procedimentos diagnósticos ou terapêuticos.

MÉTODOS

Delineamento

Estudo observacional.

População do estudo

Pacientes com indicação de cateterismo cardíaco diagnóstico ou intervenção coronária percutânea (ICP) tiveram seus procedimentos acompanhados com o intuito de registro dos padrões de exposição radiológica. Informações referentes ao perfil clínico dos pacientes foram coletadas e analisadas prospectivamente. Todos os pacientes assinaram termo de consentimento e o protocolo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa local.

Procedimentos pelas vias radial e femoral

Os procedimentos foram realizados por diferentes operadores, independentemente da via de acesso. A escolha do acesso arterial ficou a critério do operador,

$P = 0.84$). **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.

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

bem como os tipos de cateter, as projeções utilizadas e o número de grafias. Os procedimentos tanto pela via radial como pela via femoral seguiram as recomendações das diretrizes atuais. Após os procedimentos, a hemostasia da artéria radial foi realizada por meio de curativo compressivo Tensoplast® (BSN Medical Pty Ltd, Pinetown, África do Sul). Nos procedimentos femorais, a hemostasia foi realizada por compressão manual.

Parâmetros de exposição radiológica

A exposição radiológica dos pacientes foi medida por meio da dose de radiação de entrada na pele (*cumulative air KERMA – Kinetic Energy Released per unit MA*s). De maneira adicional, foram feitas medidas do tempo de fluoroscopia, número de *frames* e *frames* por grafia, e análise do produto dose-área (*dose area product*) para determinação do tempo de exposição radiológica e da área irradiada.

Os procedimentos foram realizados em aparelho com detectores planos da marca Philips Allura Xper FD10 monopiano (Eindhoven, Holanda), três lentes (15 cm, 20 cm e 25 cm), duplo filtro (cobre e alumínio), com programação padrão para aquisição de imagem em 15 *frames* por segundo.

Superexposição radiológica foi definida como dose total ≥ 2 Gy ao término do procedimento.

Análise estatística

Os dados foram prospectivamente coletados e armazenados em banco de dados específico no programa ACCESS. Para análise utilizou-se o programa SPSS para Windows versão 18.0.

Os resultados são apresentados como média e desvio padrão, mediana e intervalo interquartil, e porcentual. Para comparação utilizaram-se os testes qui-quadrado, *t* de Student e Mann-Whitney. Foi considerada significância estatística valor de $P < 0,05$ (bicaudal).

RESULTADOS

Entre agosto de 2010 e dezembro de 2011 foram realizados 1.197 procedimentos cardiológicos invasivos, sendo 415 por via radial e 782 por via femoral.

Em geral, o perfil clínico foi semelhante entre os grupos, mas pacientes submetidos a procedimentos por

via radial mostraram menor prevalência de pacientes do sexo feminino (36,2% vs. 45,6%; $P < 0,01$), cirurgia de revascularização miocárdica prévia (4% vs. 12,7%; $P < 0,01$) ou valvulopatia grave (0,3% vs. 1,4%; $P = 0,07$) (Tabela 1).

Cateterismo cardíaco diagnóstico

Dos 782 pacientes submetidos a cateterismo cardíaco diagnóstico, 222 pacientes realizaram o procedimento por via radial e 560, por via femoral.

O tempo de fluoroscopia ($5,4 \pm 4,2$ minutos vs. $4,3 \pm 3,3$ minutos; $P = 0,001$) foi maior no grupo radial, porém com menor número de grafias (11 ± 3 vs. 16 ± 4 ; $P = 0,04$). O número total de *frames* (778 ± 228 vs. 736 ± 169 ; $P = 0,08$) e de *frames* por grafia ($81,2 \pm 14$ vs. $91,2 \pm 24$; $P = 0,14$) foi semelhante nos grupos radial e femoral, respectivamente.

Ao analisar os parâmetros de exposição radiológica, verificou-se que as medianas da dose de radiação de entrada na pele (radial $621,6$ mGy vs. femoral $445,7$ mGy) e do produto dose-área (radial $36.633,3$ mGy.cm² vs. femoral $29.271,0$ mGy.cm²) foram maiores ($P < 0,01$) no grupo de pacientes submetidos ao exame pelo acesso radial (Tabela 2).

TABELA 1
Características clínicas dos pacientes submetidos a procedimentos diagnósticos e terapêuticos

	Radial (n = 321)	Femoral (n = 876)	Valor de P
Idade, anos	62,9 ± 7,4	62,2 ± 10,9	0,90
Sexo feminino, %	36,2	45,6	< 0,01
Raça branca, %	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
Tabagismo ativo, %	18,6	18,6	> 0,99
Hipertensão arterial, %	78	76,9	0,69
Diabetes melito, %	30,7	30,3	0,48
Dislipidemia, %	45,8	48	0,27
História familiar de doença arterial coronária, %	59,4	62	0,42
Intervenção coronária percutânea prévia, %	25,1	30,6	0,14
Cirurgia de revascularização prévia, %	4	12,7	< 0,01
Infarto agudo do miocárdio prévio, %	33,1	33	> 0,99
Acidente vascular cerebral prévio, %	4	3,4	0,60
Valvulopatia grave, %	0,3	1,4	0,07

Intervenção coronária percutânea

Dos 415 pacientes submetidos a ICP, 99 pacientes realizaram o procedimento por via radial e 316, por via femoral.

A ICP foi realizada em diferentes cenários clínicos nos dois grupos ($P = 0,02$): ICP eletiva (radial 55,5% vs. femoral 55%), ICP na síndrome isquêmica aguda sem elevação do segmento ST (radial 43,4% vs. femoral 34,1%) e ICP primária (radial 1,1% vs. femoral 10,9%).

As características do procedimento e as características angiográficas das lesões tratadas não diferiram significativamente entre os grupos, exceto pelo maior porcentual de pacientes com lesão de bifurcação tratada por via femoral (Tabela 3).

Os pacientes submetidos a ICP pela via radial apresentaram também maior tempo de fluoroscopia ($9,2 \pm 3,2$ minutos vs. $7,1 \pm 1,1$ minutos; $P < 0,01$) e maior número de grafias por exame ($17,4 \pm 2$ vs. $14,6 \pm 1$; $P = 0,03$). O número total de *frames* (878 ± 198 vs. 899 ± 207 ; $P = 0,80$) e de *frames* por grafia ($84,3 \pm 20$ vs. $85,4 \pm 19$; $P = 0,60$) não diferiu entre os grupos.

Da mesma forma que os pacientes submetidos a cateterismo diagnóstico, as medianas da dose de radiação da entrada na pele (radial $1.241,6$ mGy vs. femoral $990,9$ mGy) e do produto dose-área (radial $55.804,6$ mGy.cm² vs. femoral $44.724,2$ mGy.cm²) foram maiores ($P < 0,01$) no grupo radial (Tabela 4).

Curva de aprendizado

A Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI)²¹ propõe 3 níveis de competência dos operadores pela via radial. Os níveis 1 e 2 correspondem aos operadores com menor experiência e o nível 3 corresponde aos operadores mais experientes (habilitados a realizar todos os tipos de procedimento em pacientes com anatomia e lesões complexas). Em

TABELA 2
Exposição radiológica dos pacientes submetidos a procedimentos diagnósticos

	Radial (n = 222)	Femoral (n = 560)	Valor de P
Air KERMA do paciente, mGy			< 0,01
Quartil inferior (Q _{1/4})	408	293,7	
Mediana (Q _{2/4})	621,6	445,7	
Quartil superior (Q _{3/4})	894,1	609,2	
Produto dose-área, mGy.cm ²			< 0,01
Quartil inferior (Q _{1/4})	22.071,2	19.944,8	
Mediana (Q _{2/4})	36.633,3	29.270,1	
Quartil superior (Q _{3/4})	54.888,8	41.437,8	

KERMA = Kinetic Energy Released per unit MASS.

análise estratificada, verificamos que os operadores com grande experiência radial (nível 3) realizam tanto cateterismo diagnóstico como ICP com exposição radiológica similar entre as duas vias de acesso. No entanto, operadores menos experientes (níveis 1 e 2)

expuseram pacientes a maiores níveis de radiação durante ICP (Figura).

Superexposição radiológica

A superexposição radiológica (dose > 2 Gy) não diferiu entre as vias de acesso radial e femoral nos procedimentos de cateterismo diagnóstico (1,8% vs. 1,3%; P = 0,32). No entanto, maior percentual de pacientes foi exposto a dose > 2 Gy nos procedimentos terapêuticos por via radial (20,2% vs. 14,4%; P = 0,045).

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstra que a via de acesso radial promove maior exposição radiológica nos procedimentos de cateterismo cardíaco diagnóstico e ICP. No entanto, esses resultados são fortemente influenciados pela experiência do operador.

TABELA 3
Características angiográficas dos pacientes submetidos a procedimentos terapêuticos

	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	
Outros	2,3	5,2	
Tipo de lesão, %			0,31
A	2,5	1,4	
B1	3,7	5,8	
B2	52,1	42,4	
C	41,7	50,4	
Lesão em bifurcação, %	6,5	19,6	0,03
Lesão calcificada, %	17,6	22	0,20
Oclusão crônica, %	4,6	5,2	0,24
Diâmetro de referência, mm	3,07 ± 0,5	3,03 ± 0,6	0,13
Comprimento da lesão, mm	18,5 ± 6,6	17,9 ± 7,3	0,11
Pré-dilatação, %	69	64,2	0,70
Pós-dilatação, %	24,2	30,1	0,12
Pressão final, atm	17,1	16	0,90
Sucesso do procedimento, %	98,5	99,1	0,18

CD = artéria coronária direita; Cx = artéria circunflexa; DA = artéria descendente anterior.

TABELA 4
Exposição radiológica dos pacientes submetidos a procedimentos terapêuticos

Exposição radiológica	Radial (n = 99)	Femoral (n = 316)	Valor de P
Air KERMA do paciente, mGy			< 0,01
Quartil inferior (Q _{1/4})	745,9	585,9	
Mediana (Q _{2/4})	1.241,6	990,9	
Quartil superior (Q _{3/4})	1.687,9	1.517,5	
Produto dose-área, mGy.cm ²			< 0,01
Quartil inferior (Q _{1/4})	33.937,8	29.116	
Mediana (Q _{2/4})	55.804,6	44.724,2	
Quartil superior (Q _{3/4})	88.749,3	83.275,9	

KERMA = Kinetic Energy Released per unit MASS.

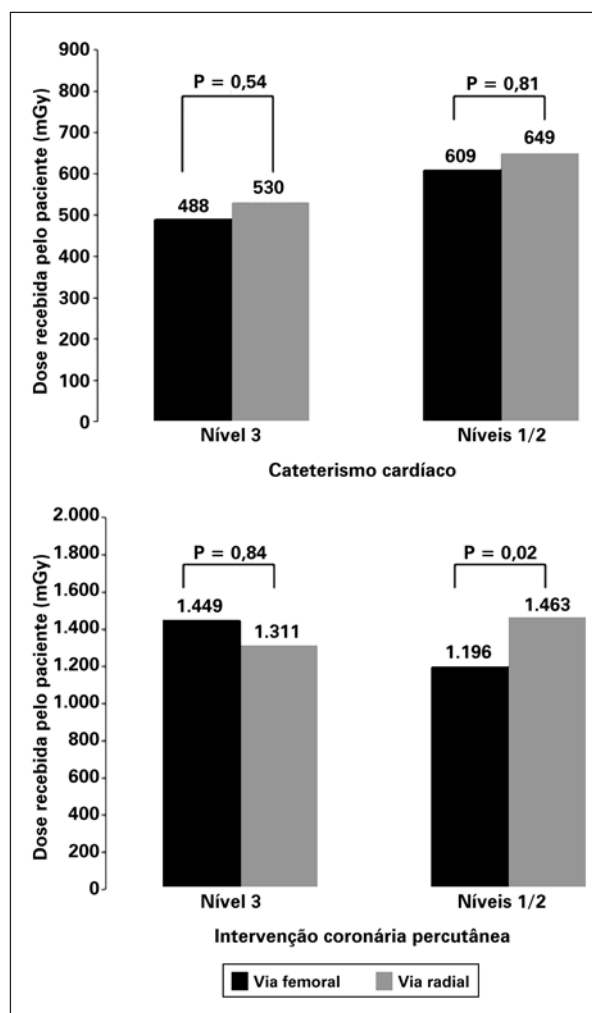


Figura. Média da exposição radiológica recebida pelos pacientes abordados pelas vias femoral e radial entre operadores com diferentes níveis de experiência, conforme a Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI).

Nosso trabalho é um dos primeiros a demonstrar, na literatura nacional, que a via radial pode estar relacionada a maior exposição radiológica. É relevante, pois preocupações referentes à radiação são pertinentes e divulgadas pelas principais sociedades científicas. Em estudos publicados em 2011²² e 2012²³, demonstramos que tanto nos exames diagnósticos como nos terapêuticos a superexposição radiológica (> 2 Gy) é frequente em nosso meio. Na publicação de 2011²², 1,2% e 21% dos exames diagnósticos e das ICPs ultrapassaram, respectivamente, a dose de 2 Gy. No estudo atual, verificamos níveis semelhantes de exposição. No entanto, operadores experientes com a via radial conseguem equiparar a exposição dessa via de acesso à femoral. Portanto, é fundamental que intervencionistas e centros formadores se preocupem com esse aspecto da técnica e não meçam esforços para implementar em seus serviços todas as medidas de proteção radiológica.

Sabe-se que no início do aprendizado a taxa de sucesso,²⁴ o tempo de fluoroscopia e o volume de contraste são maiores com o acesso radial.²² Nossos resultados ratificam esses achados. Além disso, fica claro que o perfil angiográfico dos pacientes submetidos à via radial é de menor complexidade que o dos pacientes submetidos à via femoral. Em nosso estudo verificamos menor prevalência de pacientes do sexo feminino, cirurgia de revascularização miocárdica, valvopatia grave e lesões de bifurcação no grupo da ICP. Esse viés de seleção tem sido frequente nos estudos comparando as duas vias de acesso. Os estudos *Transradial Approach [LEft versus right] aNd procedural Times during percutaneous coronary procedures (TALENT)*¹⁹ e *Radial Vs. Femoral Access for Coronary Intervention (RIVAL)*²⁵, por exemplo, ou excluía pacientes com cirurgia de revascularização miocárdica (TALENT) ou limitavam o número de enxertos de artéria mamária (RIVAL). Verifica-se, portanto, que, mesmo em grandes estudos, o perfil clínico/angiográfico dos pacientes submetidos à via radial é menos grave.

A curva de aprendizado exerce papel fundamental em qualquer procedimento. Em nosso estudo, a maior experiência do operador foi relacionada diretamente a menor exposição radiológica. O estudo RIVAL¹⁰ demonstrou, anteriormente, achados semelhantes. Embora a técnica radial não tenha demonstrado superioridade em relação à femoral na análise do desfecho principal, uma análise de subgrupo demonstrou que operadores com alta experiência conseguem, inclusive, reduzir mortalidade no infarto agudo do miocárdio. Em decorrência das evidências inequívocas de redução de desfechos cardiovasculares, estudos atuais explorando a influência na curva de aprendizado e sua relação com a exposição radiológica estão em andamento. O estudo *Transradial and Transfemoral Approach by Experienced Operators in Daily routine (EXPERT – www.clinicaltrials.gov; NCT01794325)* irá avaliar, de maneira randomizada, se operadores com alta experiência na via radial conseguem realizar cateterismo

diagnóstico com exposição radiológica similar à da via femoral. Assim, será possível determinar se a maior dose de radiação durante procedimentos radiais decorre da experiência do operador ou da técnica em si.

Limitações do estudo

Nosso estudo tem limitações que devem ser consideradas. Trata-se de uma análise de centro único e com caráter observacional. Os pacientes eram selecionados para uma ou outra via de acesso pelos operadores. Possíveis dificuldades técnicas fortemente relacionadas com a exposição radiológica também não foram discriminadas. O fato de a exposição radiológica se referir apenas à dose de radiação recebida pelo paciente impede qualquer inferência sobre a dose recebida pelos operadores no presente estudo.

CONCLUSÕES

O estudo demonstra que pacientes submetidos a procedimentos cardiológicos invasivos, tanto diagnósticos como terapêuticos, são expostos a maiores níveis de radiação pela via de acesso radial. No entanto, operadores experientes com a técnica podem neutralizar essa desvantagem em relação à via femoral.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionado a este manuscrito.

REFERÊNCIAS

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, Rigattieri 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, Panchoy 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, Medeiros 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.