

# Padrão de Exposição Radiológica em Profissionais da Saúde Durante Procedimentos Cardiológicos Invasivos

Cristiano de Oliveira Cardoso, Cláudio Vasques de Moraes, Júlio Vinícius de Souza Teixeira, Leandro dos Santos Fischer, Gabriel Garcia Broetto, Bruna Santos Silva, Rogério Fachel de Medeiros, Rogério Sarmiento-Leite, Carlos Antônio Mascia Gottschall

## RESUMO

**Introdução:** Procedimentos cardiológicos invasivos expõem médicos e enfermeiros/técnicos de enfermagem aos riscos da radiação ionizante. O objetivo deste estudo foi determinar os padrões de exposição radiológica em profissionais da saúde durante procedimentos cardiológicos. **Métodos:** Estudo prospectivo incluindo pacientes submetidos a procedimento cardiológico invasivo entre dezembro de 2011 e agosto de 2012 em equipamento com detectores do tipo plano. Características clínicas, angiográficas e de exposição à radiação foram registradas em banco de dados específico. Os padrões de exposição à radiação foram determinados em pacientes submetidos ao cateterismo cardíaco diagnóstico. Correlação entre dose do médico operador e enfermeiro/técnico de enfermagem também foi efetuada. **Resultados:** Amostra incluiu 119 pacientes submetidos ao cateterismo. A dose de kerma no ar e o produto dose-área médio de radiação recebida pelos pacientes foram de  $549 \pm 220$  mGy e  $29.054 \pm 14.696$  mGy.cm<sup>2</sup>, respectivamente. Médicos e enfermeiros/técnicos de enfermagem foram expostos à dose efetiva média por exame de  $0,47 \pm 0,16$  e  $0,28 \pm 0,13$  mSv, respectivamente. A correlação entre dose efetiva dos médicos e enfermeiro/técnico de enfermagem foi de 0,54 ( $p < 0,001$ ). **Conclusões:** Médicos e enfermeiros/técnicos de enfermagem são expostos a doses pequenas de radiação ionizante durante cateterismo cardíaco diagnóstico. Enfermeiros/técnicos de enfermagem são expostos a cerca de 60% da dose do médico operador.

**DESCRIPTORIOS:** Cateterismo cardíaco. Radiação ionizante. Exposição a radiação. Dosagem de radiação.

## ABSTRACT

### Pattern of Radiation Exposure in Healthcare Professionals During Coronary Angiography

**Background:** Invasive cardiologic procedures expose physicians and nurses/technicians to the risks of ionizing radiation. The aim of this study was to determine the exposure patterns in healthcare professionals during cardiologic procedures. **Methods:** Prospective study including patients undergoing invasive cardiologic procedures between December 2011 and August 2012 using flat-panel detector fluoroscopy. Clinical, angiographic and radiation exposure characteristics were recorded in a dedicated database. Patterns of radiation exposure were determined in patients undergoing diagnostic cardiac catheterization. The correlation between operator and nurse/technician dose was also evaluated. **Results:** The sample included 119 patients undergoing catheterization. The patient mean air kerma dose and dose-area product was  $549 \pm 220$  mGy and  $29.054 \pm 14.696$  mGy.cm<sup>2</sup>, respectively. Physicians and nurses/technicians were exposed to a mean effective dose of  $0.47 \pm 0.16$  and  $0.28 \pm 0.13$  mSv per exam, respectively. The correlation between physicians and nurses/technicians effective dose was 0.54 ( $p < 0.001$ ). **Conclusions:** Physicians and nurses/technicians are exposed to low ionizing radiation doses during diagnostic cardiac catheterization. Nurses/technicians are exposed to approximately 60% of the operator's dose.

**DESCRIPTORS:** Cardiac catheterization. Radiation, ionizing. Radiation exposure. Radiation dosage.

Procedimentos na sala de hemodinâmica têm sido amplamente utilizados para avaliação da doença arterial coronariana. Ao mesmo tempo em que o

número de exames invasivos tem crescido na Cardiologia moderna, pacientes, equipe médica e de enfermagem são expostos a doses maiores de radiação ionizante.<sup>1,2</sup>

Atualmente, relatos crescentes de lesões<sup>3,4</sup> relacionadas à radiação ionizante têm colocado equipes de saúde em preocupação constante. No entanto, a literatura nacional carece de dados sobre a exposição radiológica em profissionais da saúde nos dias atuais.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o padrão de exposição radiológica em profissionais da saúde em procedimentos cardiológicos invasivos.

## MÉTODOS

Tratou-se de estudo observacional com coleta de dados prospectiva.

### Registro RADIAÇÃO

O registro RADIAÇÃO é um registro institucional com a finalidade de documentar os procedimentos diagnósticos e terapêuticos no campo da cardiologia intervencionista realizados em um aparelho com detectores planos (*flat detectors*). Informações referentes à exposição radiológica e detalhes técnicos dos procedimentos foram prospectivamente registradas.

### Amostra

Pacientes com indicação de cateterismo cardíaco diagnóstico tiveram seus procedimentos acompanhados com o intuito de registro dos padrões de exposição radiológica. Todos os pacientes assinaram um Termo de Consentimento, e o protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (UP 4454/10).

### Características analisadas

Para o registro, foram coletadas e analisadas informações referentes a: idade, sexo, fatores de risco para doença cardiovascular, apresentação clínica e indicação do procedimento, função ventricular, número de vasos comprometidos, vaso tratado, características das lesões e índice de sucesso. Dados específicos de exposição radiológica (dose recebida, produto dose-área e tempo de fluoroscopia) também foram coletados.

### Procedimentos cardiológicos invasivos

As imagens foram adquiridas no único aparelho com detector plano (Philips Allura, Einthoven, Holanda) com três campos de magnificação (15, 20 e 25 cm) e duplo filtro (cobre + alumínio). Para obtenção das imagens, foram realizadas cinco projeções para coronária esquerda, duas para coronária direita e uma para a ventriculografia esquerda. As posições do detector plano seguiram as seguintes angulações: (1) coronária esquerda: oblíqua anterior direita 20° com angulação caudal 20°, anteroposterior com angulação caudal 20°, oblíqua anterior esquerda 40° com angulação caudal 30° (*spider view*), oblíqua anterior direita 40° com angulação cranial 25°, anteroposterior com angulação cranial 40°; (2) coronária direita: oblíqua anterior direita 30°, oblíqua anterior esquerda 30° com angulação cranial 30°; (3) ventriculografia esquerda: oblíqua anterior direita 30°. Todas as

imagens foram obtidas com aquisição de imagens em 15 quadros por segundo. Os exames foram executados por intervencionistas habilitados e exclusivamente pela via de acesso femoral. Devido às características do protocolo, pacientes com cirurgia de revascularização miocárdica foram excluídos.

### Parâmetros de exposição radiológica

A exposição radiológica dos profissionais da saúde foi mensurada por meio de dosímetro digital (Polimaster PM1621, Arlington, Estados Unidos) em cada procedimento. A dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) recebida foi determinada de acordo com seguinte fórmula: dose efetiva = (dose procedimento – radiação de fundo) x fator conversão. Radiação de fundo (*background radiation*) foi determinada pelo tempo de procedimento em segundos x 0,00004  $\mu\text{Sv/s}$ , considerando o fator de conversão de 1,01. O dosímetro era zerado no início do procedimento, e a dose final aferida no término do mesmo.

Dois dosímetros foram utilizados, sendo um pelo médico operador do procedimento e outro por um enfermeiro/técnico de enfermagem que auxiliava o exame. Todos os profissionais utilizaram equipamento de proteção radiológica (avental e protetor de tireoide, 0,5 mm de espessura) com o dosímetro posicionado sobre o avental de chumbo. No caso do médico executante do cateterismo, foram utilizados anteparos superior e inferior (saia e escudo) para proteção adicional.

### Análise estatística

Os dados foram analisados em programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 18.0, sendo os resultados apresentados em média e desvio padrão, ou números absolutos e percentuais. Correlação entre dose do médico operador e enfermeiro/técnico de enfermagem foi avaliada.

## RESULTADOS

Entre dezembro de 2011 e agosto de 2012 foram avaliados 119 procedimentos cardiológicos invasivos com finalidade diagnóstica. Na tabela 1, são demonstradas as características clínicas dos pacientes incluídos no estudo.

Em relação às características angiográficas, verificou-se que 60 pacientes (50,4%) não apresentaram estenose coronariana > 70%. Lesões graves em 1, 2 ou 3 vasos ocorreu em 35 (29,4%), 19 (16,0%) e 5 (4,2%) pacientes, respectivamente. A fração de ejeção dos pacientes foi de  $67 \pm 15\%$ . O tempo de procedimento médio foi de  $15\text{h}06 \pm 4\text{h}03$  minutos e da fluoroscopia foi de  $2\text{h}55 \pm 4\text{h}03$  minutos, com volume de contraste de  $96,9 \pm 10,7$  mL por exame. Foram realizadas  $9,45 \pm 0,65$  aquisições por procedimento com cerca de  $741 \pm 101$  quadros por exame. A média de quadros por aquisição foi  $78 \pm 10$ .

A exposição radiológica dos pacientes envolvidos no estudo, bem como dos profissionais da saúde, está

demonstrada na tabela 2. A correlação entre dose efetiva dos médicos e enfermeiro/técnico de enfermagem é demonstrada na figura.

**DISCUSSÃO**

O presente estudo visou determinar a exposição radiológica dos profissionais de saúde envolvidos diretamente na realização de procedimentos cardiológicos invasivos em aparelhos de hemodinâmica com detectores planos. A tecnologia com detectores planos vem sendo incorporada nos novos aparelhos de hemodinâmica, pois, conforme informam os fabricantes, essa tecnologia promove maior qualidade de imagem e, teoricamente, menor exposição radiológica.<sup>5,6</sup>

Todos que trabalham com o uso da radiação ionizante devem seguir o chamado princípio ALARA (ALARA, acrônimo de *As Low As Reasonably Achievable*),<sup>7</sup> que define basicamente que a exposição à radiação deve ser mantida tão baixa quanto razoavelmente exequível. Apesar de o conceito ALARA ser amplamente conhecido, pesquisa recente demonstrou que cerca de 80% dos

profissionais que trabalham diretamente com radiação ionizante não demonstram conhecimento adequado sobre seus riscos.<sup>5</sup> Logo, é cabível e pertinente a todo indivíduo exposto a esse tipo de efeito biológico que promovam medidas na redução da dose e para o conhecimento adequado sobre seu uso.

Nosso grupo demonstrou previamente os padrões atuais de exposição radiológica durante procedimentos diagnósticos e terapêuticos.<sup>1</sup> Além disso, determinamos que peso,<sup>8</sup> tipo de procedimento<sup>9,10</sup> e via de acesso radial<sup>11</sup> são importantes preditores de exposição radiológica aumentada. No entanto, a exposição ocupacional individual era desconhecida nos dias atuais com o uso de detectores planos. Verificamos que as doses efetivas média individuais por exame foram relativamente baixas durante cateterismo cardíaco diagnóstico, tanto para médicos (0,47 µSv) quanto para enfermeiro/técnicos (0,28 µSv). Apesar disso, nossos achados demonstraram que enfermeiros/técnicos são expostos a 60% da radiação do médico operador. Consideramos esses achados importantes, pois a dose efetiva recebida por enfermeiros/técnicos de enfermagem correlaciona-se diretamente com a do médico operador. Esse resultado é significativo e ratifica a necessidade de todos os profissionais utiliza-

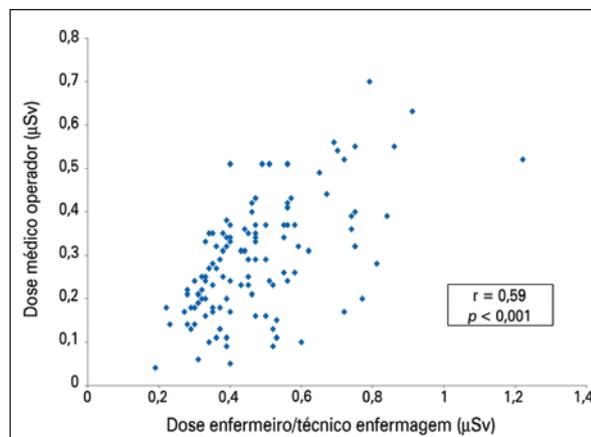
**TABELA 1**  
**Características clínicas dos pacientes**

Variável	n = 119
Idade, anos	58,2 ± 10,2
Sexo masculino, n (%)	68 (57,1)
Raça branca, n (%)	105 (88,2)
Peso, kg	82,8 ± 17,7
Altura, cm	167,0 ± 12,1
Tabagismo ativo, n (%)	40 (33,6)
Hipertensão arterial, n (%)	92 (77,3)
Diabetes, n (%)	40 (33,6)
Em uso de insulina	11 (9,2)
Dislipidemia, n (%)	55 (46,2)
História familiar de DAC, n (%)	52 (43,7)
Intervenção coronariana percutânea prévia, n (%)	26 (21,8)
Infarto do miocárdio prévio, n (%)	23 (19,3)
Acidente vascular cerebral prévio, n (%)	4 (3,4)
Medicações em uso, n (%)	
Ácido acetilsalicílico	92 (77,3)
Clopidogrel/ticlopidina	16 (13,4)
Betabloqueador	82 (68,9)
Nitrato	34 (28,6)
Estatina	61 (51,3)
IECA	64 (53,8)
Antagonista do cálcio	17 (14,3)
Diurético	41 (34,5)
Antagonista da aldosterona	18 (15,1)

DAC: doença arterial coronária; IECA: inibidores da enzima de conversão da angiotensina.

**TABELA 2**  
**Parâmetros de exposição radiológica média por exame**

Variável	Valor
Exposição radiológica do paciente	
Kerma no ar, mGy	549 ± 220
Produto dose-área, mGy.cm <sup>2</sup>	29.054 ± 14.696
Exposição radiológica do operador	
Dose efetiva, µSv	0,47 ± 0,16
Exposição radiológica do enfermeiro/ técnico de enfermagem	
Dose efetiva, Sv	0,28 ± 0,13



**Figura.** Correlação da exposição ocupacional entre profissionais da saúde.

rem o máximo de dispositivos de proteção radiológica quando expostos à radiação ionizante.<sup>12</sup>

A portaria do Ministério da Saúde 453<sup>13</sup> determina que a dose efetiva média anual não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos; não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano. Medidas que promovam a redução na dose para pacientes e profissionais da saúde são pertinentes e cada vez mais estimuladas pelas sociedades científicas.<sup>12,14,15</sup> A literatura internacional tem demonstrado que simples ações podem promover significativa redução da exposição radiológica. Frequentemente pacientes submetidos a cateterismo cardíaco possuem função ventricular esquerda avaliada por ecocardiograma ou outro método de imagem. Lin et al.<sup>16</sup> demonstraram que a supressão da ventriculografia esquerda promove redução de 10% no produto dose-área. Seguindo essa linha, Abdelaal et al.<sup>17</sup> avaliaram, de maneira randomizada, dois métodos de aquisição de imagem: com 7,5 e 15 quadros/segundo. Essa simples redução na taxa de exposição promoveu de maneira significativa redução de 30% na dose do operador e 19% na dose do paciente. Não advogamos uma mudança na técnica, mas é importante que todos os profissionais envolvidos em exames radiológicos tenham conhecimento de que simples medidas podem reduzir a dose em seus procedimentos. Cabe, portanto, ao profissional definir qual a estratégia a ser utilizada.

O presente estudo teve limitações que devem ser consideradas. Essa foi uma análise em centro único e com um número reduzido de pacientes. Não foram incluídos pacientes submetidos à angioplastia coronariana, portadores de cirurgia de revascularização miocárdica ou procedimentos pela via de acesso radial. No entanto, em razão da carência de dados na literatura nacional, este artigo pode servir como referência para trabalhos futuros.

## CONCLUSÕES

Médicos e enfermeiros/técnicos de enfermagem são expostos a doses pequenas de radiação ionizante durante cateterismo cardíaco diagnóstico. Enfermeiros/técnicos de enfermagem são expostos a cerca de 60% da dose do médico operador.

## CONFLITO DE INTERESSES

Não há.

## FONTE DE FINANCIAMENTO

Não há.

## REFERÊNCIAS

1. Cardoso CO, Sebben JC, Fischer LS, Vidal M, Broetto GG, Silva BS, et al. Padrão de exposição radiológica e preditores de superexposição dos pacientes submetidos a procedimentos cardiológicos invasivos em equipamentos com detectores planos. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2011(1):84-9.
2. Vano E, Ubada C, Leyton F, Miranda P, Gonzalez L. Staff radiation doses in interventional cardiology: correlation with patient exposure. *Pediatr Cardiol*. 2009;30(4):409-13.
3. Roguin A, Goldstein J, Bar O. Brain malignancies and ionising radiation: more cases reported. *EuroIntervention*. 2012; 8(1):169-70.
4. Roguin A, Goldstein J, Bar O. Brain tumours among interventional cardiologists: a cause for alarm? Report of four new cases from two cities and a review of the literature. *EuroIntervention*. 2012;7(9):1081-6.
5. Gurley JC. Flat detectors and new aspects of radiation safety. *Cardiol Clin*. 2009;27(3):385-94.
6. Trianni A, Bernardi G, Padovani R. Are new technologies always reducing patient doses in cardiac procedures? *Radiat Prot Dosimetry*. 2005;117(1-3):97-101.
7. International Commission on Radiological Protection (ICRP). Recommendations. Oxford: Pergamon Press; 1977. (Publication, 26).
8. Vargas FG, Silva BS, Cardoso CO, Leguisamo N, Moraes CAR, Moraes CV, et al. Impacto do peso corporal dos pacientes na exposição radiológica durante procedimentos cardiológicos invasivos. *Rev Bras Cardio Invasiva*. 2012(1):63-8.
9. Medeiros RF, Sarmento-Leite R, Cardoso CO, Quadros AS, Risse E, Fischer L, et al. Exposição à radiação ionizante na sala de hemodinâmica. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2010(3):316-20.
10. Azevedo EM, Gomes HB, Yordi LM, Moura MRS, Laguna A, Fischer LS, et al. Impacto das lesões complexas na exposição radiológica durante intervenção coronária percutânea. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2013(1):49-53.
11. Mattos El, Cardoso CO, Moraes CV, Teixeira JVS, Azmus AD, Fischer LS, et al. Exposição radiológica em procedimentos coronários realizados pelas vias radial e femoral. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2013(1):54-9.
12. Chambers CE, Fetterly KA, Holzer R, Lin PJ, Blankenship JC, Balter S, et al. Radiation safety program for the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011; 77(4):546-56.
13. Brasil. Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 453, de 1 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências [Internet]. Brasília; 1998 [citado 2013 dez. 15]. Disponível em: [http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria\\_453.pdf](http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria_453.pdf)
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. 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.
16. Lin A, Brennan P, Sadick N, Kovoov P, Lewis S, Robinson JW. Optimisation of coronary angiography exposures requires a multifactorial approach and careful procedural definition. *Br J Radiol*. 2013;86(1027):20120028.
17. Abdelaal E, Plourde G, MacHaalany J, Arsenault J, Rimac G, Déry JP, et al. Effectiveness of low rate fluoroscopy at reducing operator and patient radiation dose during transradial coronary angiography and interventions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2014;7(5):567-74.