

Estimativa do Produto Dose-Área em Procedimentos de Cardiologia Intervencionista: Uma Revisão de Literatura

Estimative of Dose Area Product in Interventional Cardiology Procedures: a Literature Review

Jéssica V. Real¹, Romulo R. Santos¹, Bárbara Q. Friedrich²
Renata M. da Luz¹, Ana Maria Marques da Silva²

¹ Serviço de Física Médica, Hospital São Lucas, PUCRS, Porto Alegre, Brasil
² Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica dos valores do produto dose-área (DAP, do inglês, *Dose Area Product*) em procedimentos de angiografia coronária (AC) e angioplastia coronária transluminal percutânea (ACTP), obtidos por trabalhos publicados nos últimos dez anos. Os resultados mostram que os valores médios do DAP tiveram uma queda de 22,6% e 5,78% para procedimentos de AC e ACTP, respectivamente, comparando-se com os estudos publicados nos últimos 5 e 10 anos. Verificou-se que estes valores do DAP estão dentro das recomendações publicadas pela IAEA e NCRP. Embora tenha ocorrido uma redução ao longo dos anos para os valores médios do DAP, os dados evidenciam a necessidade de realização de maiores estudos sobre os níveis de referência, visto que existe grande variabilidade nos estudos.

Palavras-chave: produto dose área; dose na pele; cardiologia intervencionista; revisão de literatura.

Abstract

The aim of this work is to present a literature review of the values of dose area product (DAP) in coronary angiography (CA) and percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA), achieved by papers published in the last ten years. The results shows that the average values of DAP decreased by 22.6% and 5.78% for CA and PTCA procedures, respectively, in comparison with the studies published in the last 5 and 10 years. It was found that these values are in accordance to the recommendations published by IAEA and NCRP. Although there was a reduction along the years for the average values of DAP, the data highlight the need for further studies on reference levels, as large variability are observed.

Keywords: dose area product; skin dose; interventional cardiology; literature review.

1. Introdução

Procedimentos médicos guiados por fluoroscopia são essenciais nas práticas da medicina atualmente. Nos últimos anos houve um aumento de 10 a 20% ao ano na quantidade de procedimentos em radiologia intervencionista (RI)¹. Dentre estes procedimentos destaca-se a cardiologia intervencionista (CI), uma prática complexa que utiliza radiação ionizante para guiar pequenos cateteres até o coração, com o objetivo de diagnóstico ou tratamento de algumas cardiopatias. Os procedimentos mais comuns de cardiologia intervencionista são a angiografia coronária (AC) e a angioplastia coronária transluminal percutânea (ACTP). A AC, ou cateterismo, é um procedimento diagnóstico que visa estudar a condição da irrigação das artérias coronárias, usando cateter e contraste radiopaco. A ACTP é um procedimento terapêutico, que consiste na desobstrução da artéria coronariana através da dilatação da placa de gordura. Para tanto, faz-se uso de um balão, seguido de uma prótese denominada *stent*².

A vantagem destes procedimentos intervencionistas em relação aos cirúrgicos é a redução do tempo de internação e de recuperação, do risco de infecções e dos gastos hospitalares². Entretanto, as doses recebidas pelos pacientes nestes procedimentos podem ser muito altas. Procedimentos intervencionistas com altas doses são mais propensos a ocorrer durante os exames cardíacos invasivos devido ao uso prolongado de fluoroscopia, ao grande número de aquisição de imagens e à complexidade dos procedimentos³. Existem vários estudos que mostram severos efeitos determinísticos causados na pele por radiações ionizantes, tanto em pacientes, como nos profissionais envolvidos^{1,4,5,6}.

A FDA (do inglês, *Food and Drug Administration*) já havia relatado danos causados pela radiação sobre a pele durante procedimentos de CI⁶. No entanto, a frequência das lesões é desconhecida. Por esta razão, avaliações de dosimetria em CI são necessárias e vem sendo amplamente recomendadas.

A elaboração de protocolos para dosimetria de pacientes em CI pode reduzir a ocorrência de efeitos determinísticos através da otimização dos procedimentos, para que o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) seja obedecido, de forma que os níveis de radiação sejam mantidos tão baixos quanto razoavelmente exequível^{2,7,8}.

As grandes doses na superfície de entrada (ESD, do inglês *Entrance Surface Dose*) e o produto dose-área (DAP, do inglês, *Dose Area Product*) são utilizadas em dosimetria de pacientes para estimar efeitos determinísticos. Segundo uma publicação da *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), a menor dose na superfície de entrada que pode levar a efeitos determinísticos consideráveis é de 2 Gy⁹. O DAP, sendo a soma dos produtos das doses incidentes e das áreas dos campos de raios X¹, não possui um limiar consensual na literatura, havendo apenas valores sugeridos a partir de dados coletados.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica dos valores de DAP obtidos em estudos realizados por diversos autores, verificando sua concordância com aqueles recomendados pela IAEA (*International Atomic Energy Agency*) e pela NCRP (*National Council on Radiation Protection*).

2. Materiais e Métodos

A estratégia de busca deste estudo exploratório do tipo revisão de literatura¹⁰ foi realizada na base de dados *PubMed*, utilizando como termos indexados: *Dose Area Product*, *Skin Dose* e *Interventional Cardiology*. Com intuito de delimitar o período dos trabalhos, foram selecionados aqueles publicados nos últimos dez anos (2004-2014).

Para análise dos dados utilizou-se o método das quatro leituras de Gil, exploratória, seletiva, analítica e interpretativa: 1) Leitura exploratória - verificou de forma global se os títulos das publicações interessavam à pesquisa; 2) Leitura seletiva - selecionou o material que poderia ser utilizado na próxima análise; 3) Leitura analítica - objetivou encontrar a resposta do problema de pesquisa; 4) Leitura interpretativa - selecionaram-se apenas as publicações que respondiam a todos os questionamentos da pesquisa¹¹.

3. Resultados

Dentro dos critérios estabelecidos, foram selecionados 27 artigos para leitura exploratória. Através da leitura seletiva e analítica, foram excluídos 10 trabalhos por não apresentarem valores absolutos de DAP para pacientes adultos em procedimentos de AC ou ACTP, com uso de equipamentos de fluoroscopia.

Desta forma, a leitura interpretativa foi realizada com 17 artigos, que estão sumarizados na Tabela 1 e na Tabela 2:

Tabela 1: Valores obtidos de DAP para AC

Referência	Ano	Número de Pacientes	DAP Sugerido (Gy.cm ²)
Wang ¹²	2013	77	41,5
Ahmed ⁷	2013	382	20,0
Jourmy ¹³	2012	49	65,0
Ciraj-Bjelac ¹⁴	2011	117	78,0
		21	38,0
		60	33,0
Tsapaki ¹⁵	2011	177	34,0
Beganovic ¹⁶	2010	33	22,5
Brnic ¹⁷	2010	138	25,3
Bogaert ¹⁸	2009	200	55,7
Bor ¹⁹	2009	194	17,9
Stratis ²⁰	2009	108	23,5
Tsapaki ²¹	2008	212	31,0
Bogaert ²²	2007	200	56,0
Aroua ²³	2007	184	80,0
Faj ²⁴	2007	28	59,0
Trianni ²⁵	2006	44	39,8
Tsapaki ²⁶	2004	50	27,7

Tabela 2: Valores obtidos de DAP para ACTP

Referência	Ano	Número de Pacientes	DAP Sugerido (Gy.cm ²)
Wang ¹²	2013	95	115,5
Ahmed ⁷	2013	46	56,5
Jourmy ¹³	2012	112	67,0
Ciraj-Bjelac ¹⁴	2011	69	113,0
		27	110,0
		43	73,0
Tsapaki ¹⁵	2011	159	80,0
Ying ²⁷	2010	27	122,0
Beganovic ¹⁶	2010	10	52,5
Brnic ¹⁷	2010	151	55,2
Bogaert ¹⁸	2009	118	81,5
Bor ¹⁹	2009	29	33,8
Stratis ²⁰	2009	101	53,8
Tsapaki ²¹	2008	134	62,0
Bogaert ²²	2007	118	82,0
Aroua ²³	2007	56	110,0
Faj ²⁴	2007	14	120,0
Trianni ²⁵	2006	33	71,6
Tsapaki ²⁶	2006	50	51,1

4. Discussão

Este trabalho avaliou os valores de DAP obtidos por diversos autores, publicados nos últimos dez anos, para procedimentos de AC e ACTP. De acordo com os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, os valores de DAP variam consideravelmente para uma mesma modalidade de procedimento, evidenciando que outros fatores impactam de modo relevante nos níveis do DAP, tais como a experiência e treinamento de radioproteção dos profissionais, os parâmetros técnicos utilizados e as especificidades de cada equipamento. É esperado que o DAP varie de acordo com a orientação da incidência do feixe primário através do tecido, porém tal aspecto não foi considerado nos trabalhos analisados.

A Tabela 3 e a Tabela 4 apresentam os valores recomendados do DAP pela IAEA e pela NCRP^{28,29,30}.

Tabela 3: Valores recomendados de DAP para AC

Referência	DAP recomendado (Gy.cm ²)
IAEA TECDOC 1641 (2010)	42,2
IAEA Report 59 (2009)	50,0
NCRP 160 (2009)	26,0

Tabela 4: Valores recomendados de DAP para ACTP

Referência	DAP recomendado (Gy.cm ²)
IAEA TECDOC 1641 (2010)	71,3
IAEA Report 59 (2009)	125,0
NCRP 160 (2009)	58,0

Dentre os resultados apresentados nas publicações para AC, 37,5% e 81,2% são maiores do que os recomendados pela IAEA e NCRP, respectivamente. Para os procedimentos de ACTP, 64,7% e 76,5% são maiores que os recomendados pela IAEA TECDOC 1641 e NCRP 160. Nenhum dos autores apresentou valores de DAP para procedimentos de ACTP maiores do que aquele recomendado pela IAEA Report 59.

A Tabela 5 apresenta as variações dos valores do DAP, comparando-se os trabalhos publicados no período de 2013 a 2009 e no período de 2008 a 2004.

Tabela 5: Variabilidade dos valores do DAP

		2013 - 2009	2008 - 2004
AC	Média	38 ± 19	49 ± 20
	Máximo	78	80
	Mínimo	17,9	27,7
ACTP	Média	78 ± 29	83 ± 30
	Máximo	122	120
	Mínimo	33,8	51,1

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que o valor médio do DAP para procedimentos de AC e ACTP diminui ao longo deste período. O valor médio do DAP teve uma redução de 22,6% e 5,78% para procedimentos de AC e ACTP, respectivamente.

Os valores do DAP máximo e mínimo também sofreram redução para procedimentos de AC. Esta mesma relação também é válida para o procedimento de ACTP, exceto para seu valor máximo, o qual teve um pequeno aumento de 1,66%.

A quantidade de procedimentos acima dos níveis de referência indica a necessidade de procedimentos de otimização de dose nos serviços de cardiologia intervencionista. Um decréscimo no DAP pode ser obtido por meio do uso apropriado de filtros, aplicação da fluoroscopia pulsada, uso limitado das angulações do feixe, redução da distância do paciente ao foco e treinamento regular dos profissionais operadores.

5. Conclusões

Os resultados obtidos nesta revisão de literatura indicam a necessidade de otimização e evidenciam a importância do contínuo monitoramento dos pacientes. Esta deve ser uma prática regular dos serviços de cardiologia intervencionista. Atualmente, com as tecnologias disponibilizadas nos equipamentos mais modernos, a informação do DAP é apresentada na tela do monitor.

Adicionalmente, no caso de sobre-exposição, o paciente deve ser informado sobre os possíveis riscos de danos à pele. A maioria das lesões radioinduzidas, especialmente as mais graves, podem ser evitadas se forem aplicadas medidas de proteção radiológica, a equipe de profissionais for regularmente treinada e os cardiologistas utilizarem o equipamento adequadamente.

No Brasil, de acordo com a legislação vigente, Portaria MS 453/98, os procedimentos intervencionistas guiados radioscopicamente devem ser registrados para que as doses dos pacientes sejam estimadas e comparadas com valores de referência, otimizando a proteção radiológica.

Os resultados mostram a necessidade da realização de novos estudos sobre níveis de referência, visto as discrepâncias observadas nos resultados e a velocidade com que os fabricantes disponibilizam novos recursos tecnológicos nos equipamentos de cardiologia intervencionista.

Referências

- International Commission on Radiological Protection. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Ann. Oxford: 2000.
- Rodrigues BBD. Análise dos aspectos dosimétricos, de radioproteção e controle de qualidade em cardiologia intervencionista. Uma proposta para otimização da prática [Tese de Doutorado]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2012.
- Tsapaki, V. et al. Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: initial IAEA project results. Am. J. Roentgenol 2009; 193(2): 559–569.
- Wagner LK, Mettler Jr FA, Koenig TR and Kelsey LK. Radiation injuries after fluoroscopic procedures. Semin. Ultrasound CT MR 2002; 23(5): 428–442.
- Koenig TR, Wolff D, Mettler FA and Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures. Part 1: characteristics of radiation injury. Am. J. Roentgenol 2001; 177(1): 3–11.
- Koenig TR, Wolff D, Mettler FA and Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures. Part 2: review of 73 cases and recommendations for minimizing dose delivered to patient. Am. J. Roentgenol 2001; 177(1): 13–20.
- Ahmed NA, Ibraheem S B, Habbani F. Patient doses in interventional cardiology procedures in Sudan. Radiation Protection Dosimetry 2013; 153 (4): 425–430.
- International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Oxford: 1991.
- International Commission on Radiological Protection. Radiological protection in cardiology. ICRP Publication 120. Oxford: 2013.
- Centro Cochrane do Brasil.org [Página da Internet]. Brasil. [acessado em 15 de maio 2014]. Disponível em: <http://www.centrcochranedobrasil.org.br/cms/>.
- GIL AC. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas; 2002.
- Wang W, Zhang M and Zhang Y. Overall measurements of dose to patient in common interventional cardiology procedures. Radiation Protection Dosimetry 2013; 157 (3): 348–354.
- Journy N, Tellier S, Maccia C, Tertre ALE, Pirard P, et al. Main clinical, therapeutic and technical factors related to patient's maximum skin dose in interventional cardiology procedures. The British Journal of Radiology 2012; 85: 433–442.
- Ciraj-Bjelac O, Beganovic A, Faj D, Ivanovic S, Videnovic I and Rehani M. Status of radiation protection in interventional cardiology in four east European countries. Radiation Protection Dosimetry 2011; 147 (1–2): 62–67.

15. Tsapaki V, Christou A, Nikolaou N, Spanodimos S, Chinofoti I, et al. Radiation doses in a newly founded interventional cardiology department. *Radiation Protection Dosimetry* 2011; 147 (1–2): 72–74.
16. Beganovic A, Kulic M, Spuzic M, Gazdic-Santic M, et al. Patient doses in interventional cardiology in Bosnia and Herzegovina: first results. *Radiation Protection Dosimetry* 2010; 139 (1–3): 254–257.
17. Brnic Z, Krpan T, Faj D, et al. Patient radiation doses in the most common interventional cardiology procedures in Croatia: first results. *Radiation Protection Dosimetry* 2010; 138 (2): 180–186.
18. Bogaert E, Bacher K, Lemmens K, et al. A large-scale multicentre study of patient skin doses in interventional cardiology: dose–area product action levels and dose reference levels. *The British Journal of Radiology* 2009; 82: 303–312.
19. Bor D, Olgar T, Toklu T, et al. Patient doses and dosimetric evaluations in interventional cardiology. *Physica Medica* 2009; 25: 31–42.
20. Stratis AI, Anthopoulos PL, Gavaliatsis IP, et al. Patient Dose in Cardiac Radiology. *Hellenic J Cardiol* 2009; 50: 17–25.
21. Tsapaki V, Patsilinos S, Voudris V, et al. Level of patient and operator dose in the largest cardiac centre in Greece. *Radiation Protection Dosimetry* 2008; 129 (1–3): 71–73.
22. Bogaert E, Bacher K and Thierens H. A large-scale multicentre study in Belgium of dose area product values and effective doses in interventional cardiology using contemporary x-ray equipment. *Radiation Protection Dosimetry* 2008; 128 (3): 312–323.
23. Aroua A, Rickli H, Stauffer JC, Schnyder P, Trueb PR. How to set up and apply reference levels in fluoroscopy at a national level. *Eur Radiol* 2007; 17: 1621–1633.
24. Faj D, Steiner R, Trifunovic D, Faj Z, et al. Patient dosimetry in interventional cardiology at the university hospital of Osijek. *Radiation Protection Dosimetry* 2008; 128 (4): 485–490.
25. Trianni A, Chizzola G, Toh H, Quai E, Cragolini E, Bernardi G, et al. Patient skin dose dosimetry in haemodynamic and electrophysiology interventional cardiology. *Radiation Protection Dosimetry* 2005; 117 (1–3): 241–246.
26. Tsapaki V, Kottou S, Kollaros N, Dafnomili P, Koutelou M, Vano E, et al. Comparison of a conventional and a flat-panel digital system in interventional cardiology procedures. *The British Journal of Radiology* 2014; 77: 562–567.
27. Ying CK, Kandaiya S. Patient skin dose measurements during coronary interventional procedures using Gafchromic film. *J. Radiol. Prot.* 2010; 30: 585–596.
28. International Atomic Energy Agency. Establishing guidance levels in X ray guided medical interventional procedures: a pilot study. IAEA Safety Report 59. Vienna, 2009.
29. National Council on Radiation Protection and Measurements Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. NCRP Report No. 160. United States, 2009.
30. International Atomic Energy Agency Patient Dose Optimization in Fluoroscopically Guided Interventional Procedures. IAEA-TECDOC-1641. Vienna, 2010.

Contato:

Jéssica Villa Real
Avenida Ipiranga, 6690 - Jardim Botânico
Porto Alegre/RS - CEP: 90610-000
Email: jessica.real@pucrs.br