



International Joint Conference Radio 2019

Uso de modelagem computacional para avaliação da exposição médica e ocupacional durante procedimento de cardiologia intervencionista

Santos^{a,c} W. S., Neves^{a,b} L. P., Perini^{a,b} A. P., Caldas^c L. V.E

^{a,c} Instituto de Física - Universidade Federal de Uberlândia (INFIS/UFU), Av. João Naves de Ávila, 2121, 38400-902 Uberlândia, MG, Brasil.

^b Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Uberlândia (PPGEB/UFU), Av. João Naves de Ávila 2121, 38400-902 Uberlândia, MG, Brasil.

^c Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes, 2242, 05508-000 São Paulo, SP, Brasil.

william@ufu.br

Introdução : A cardiologia intervencionista (CI) é um ramo da medicina que utiliza imagens fluoroscópica para documentar, acompanhar, diagnosticar e tratar pacientes com problemas cardíacos. A principal vantagem, além do uso de imagens durante os procedimentos, é a redução do risco de complicação e efeitos colaterais. A pré-visualização em tempo real é possível graças à técnica de fluoroscopia. Nesse tipo de procedimento, uma boa qualidade da imagem é conseguida utilizando agentes de contraste intravenosos e um sistema de melhoramento de imagem. Embora sejam enormes os benefícios para o paciente, a CI é caracterizada por altas doses de radiação, tanto para o paciente quanto para o médico. Existe, atualmente, uma obrigação legal de registrar a dose para o paciente na forma de estimativas de dose. Dentro da área da medicina, os profissionais que realizam procedimentos de CI são os mais expostos à radiação [1, 2]. Em CI, a principal fonte de exposição do pessoal é a radiação espalhada isotropicamente, pelo o corpo do paciente. Para minimizar a exposição é recomendado à utilização de proteção adicional como aventais, óculos de proteção e proteções móveis suspensas.

A determinação experimental do efeito da radiação espalhada no valor da dose ocupacional pode ser feita usando simuladores antropomórficos físicos. Contudo, durante o procedimento é praticamente impossível e uma solução pode ser obtida por meio de simulação Monte Carlo. Neste sentido, o principal objetivo deste trabalho é utilizar simulações de Monte Carlo para avaliar a exposição ocupacional em termos de coeficiente de conversão de dose efetiva (CC_E) e dose equivalente (CC_H) das lentes dos olhos do médico intervencionista normalizados pelo produto dose-área (PDA).

Metodologia : Neste estudo, o médico e o paciente foram representados pelo o simulador antropomórfico computacional MASH3, que foram construídos com base nas características antropométricas do homem de referência definidos pela ICRP 89, que possui 176 cm de altura e 73 kg de massa corpórea [3]. Além da modelagem dos principais equipamentos da sala de CI como cama do paciente, cortina de chumbo, mesa de instrumentação cirúrgica, tubo de raios-X, detector flat painel, foram modelados equipamentos de proteção como óculos e protetores de tireóide e barreiras suspensas com 0,5 mm de espessura de chumbo cada. Além do médico e do paciente, a Figura 1 mostra os equipamentos modelados. As simulações foram rodadas no código de transporte de radiação MCNPX (versão 2.7.0). Foi utilizada uma fonte pontual de raios-X emitindo fótons em quatro projeções de feixe: ântero-posterior (PA), lateral esquerdo (LAO90), oblíqueo lateral esquerdo e direito (LAO65 e RAO65). Foi utilizada uma tensão no tubo de 80 kVp e uma filtração total de 3.5 mmAl. Os espectros de fótons foram gerados com o software SRS 78. Para que as incertezas

estatísticas alcançassem valores aceitáveis, em todos os cenários de irradiação foram utilizadas um bilhão de histórias de partículas.

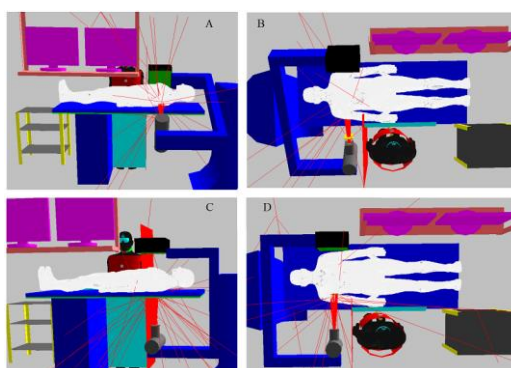


Figura 1. Vista das direções de feixe oblíqua anterior esquerda - RAO65 (A) e esquerda - LAO65 (B), respectivamente, pôsterio-anterior - PA (C) e lateral esquerda - LAO90 (D) da configuração de CI composta por dois simuladores antropomórficos representando o médico intervencionista e o paciente sobre uma mesa cirúrgica.

Resultados : Os resultados dos coeficiente de conversão para dose equivalente e efetiva para o médico e o paciente estão apresentados na Tabela 1. É possível observar que o medico intervencionista está mais exposto à radiação quando a projeção LAO90 é utilizada. Nas projeções LAO90 e LAO65, o tubo de raios-X está localizado do lado do médico e a radiação retroespalhada do detector flat painel e, principalmente, do corpo do paciente, representa a principal contribuição para o aumento da exposição do médico intervencionista. Comparada com a projeção PA e RAO65, que obtiveram os menores valores de CC_E , a projeção LAO90 teve um aumento de 3 vezes, enquanto as lentes dos olhos tiveram um aumento nos CC_H de 2 e 2,7 vezes, respectivamente. Para o paciente, a projeção mais crítica foi a LAO90. Este resultado era esperado, pois o feixe é projetado diretamente sobre o paciente. Nas outras situações, o tubo de raios-X está embaixo da mesa do paciente, que atenua parte dos fótons que chegam aos órgãos do paciente.

Tabela 1. Coeficiente de conversão para dose equivalente (CC_H) das doses nas lentes dos olhos e dose efetiva (CC_E) para o médico e paciente. σ_A representa a incerteza Tipo A da simulação.

	Paciente (mSv/Gy.cm ²)		Médico (μSv/Gy.cm ²)			
	CC_E	σ_A	CC_H (lentes dos olhos)	σ_A	CC_E	σ_A
PA	1,0E-01	0,2%	2,2E-01	6,4%	1,4E-02	2,0%
LAO65	6,8E-02	0,2%	2,6E-01	5,7%	2,3E-02	1,8%
RAO65	7,2E-02	0,2%	1,6E-01	7,3%	1,3E-02	2,2%
LAO90	1,4E-01	0,2%	4,2E-01	4,5%	4,5E-02	1,8%

Conclusão : Neste trabalho, foi utilizado o simulador antropomórfico MASH3 e o código computacional MCNPX para calcular coeficientes de conversão de dose equivalente das lentes dos olhos e dose efetiva para o médico num cenário típico de cardiologia intervencionista. Também foi feita a avaliação da exposição médica em termos de coeficiente de conversão de dose efetiva. Para os dois indivíduos, a projeção mais crítica foi a LAO90, que comparada com as projeções de feixe PA e RAO65 teve um aumento no valor de CC_E de quase três vezes para o médico. Os CC_H e CC_E fornecidos por este estudo podem ser úteis para avaliação das exposições em procedimentos de CI.

Referências

- [1] Bozkurt, A.; D. Bor. Simultaneous determination of equivalent dose to organs and tissues of the patient and of the physician in interventional radiology using the Monte Carlo method. *Phys. Med. Biol.*, 52, 317, 2007.
- [2] Ferrari, P., Becker, F., Carinou, E., Chumak, V., Farah, J., Jovanovic, Z., Krstic, D., Morgun, A., Principi, S and Teles, P. Monte Carlo study of the scattered radiation field near the eyes of the operator in interventional procedures. *J. Radiol. Prot.*, 36, 902–921, 2016.

[3] Cassola, V.F., de Lima, V.J., Kramer, R e Khoury, H.J. FASH and MASH: Female and male Adult human phantoms based on polygon meSH surfaces. Part II. Dosimetric calculations. *Phys. Med. Biol.*, 55, 163-189, 2010.