

AVALIAÇÃO DA DOSE DE EXPOSIÇÃO AOS RAIOS-X DURANTE CINEANGIOCORONARIOGRAFIA

REGINA BITELLI MEDEIROS, TATIANA ALMEIDA MENNUCCI
São Paulo, SP

Objetivo—Avaliar as doses de radiação em grupo de pacientes submetidos a cateterismo cardíaco e investigação da dose de radiação que o hemodinamista recebe nas mãos e cristalino durante a realização do exame.

Material e Métodos—Mediu-se a dose de radiação absorvida num “fantoma” distribuindo dosímetros termoluminescentes na região cardíaca, na entrada e na saída do feixe de raio-X. Mediu-se a dose de radiação no médico colocando dosímetros nas regiões frontal e dorso das mãos.

Resultados: Durante a filmagem a taxa média de exposição a radiação atinge 5,2 vezes a taxa média de exposição verificada durante a fluoroscopia. A dose absorvida pelo paciente na região foi de 114 mGy para um tempo total de exposição ao raio-X de 20 minutos (Ex.: 15 minutos de fluoroscopia e 1 minuto de filmagem). Comparada aos resultados obtidos com o “fantoma” obtivemos um erro relativo de 20%. Nas mesmas condições, obtivemos 0,68 mSv como dose integrada nas mãos de cateterista e 0,40 mSv como dose integrada no cristalino.

Conclusão—Neste tipo de procedimento deve haver preocupação na observância de condições técnicas adequadas além de fazer uso dos dispositivos individuais de proteção para minimização das doses de radiação em benefício próprio e do paciente.

Palavras-chave: dose de radiação proteção radiológica, cateterismo cardíaco.

CONTRIBUTION TO X-RAY EXPOSURE MEASUREMENT IN CINEANGIOCORONARYGRAPHY

Purpose—To study the radiation doses during cardiac catheterization.

Patients and Methods—Thermoluminescent dosimeters were placed over a phantom's cardiac area, measuring both entrance and exit of the X-ray beam to check the absorbed dose. We could measure the doses in the examiner with dosimeters in frontal and hand's back regions.

Results—The average rate of exposure in the cinefilmstep increases in the 5,2 times the average rate measured in the fluoroscopy mode. The dose absorbed by the patient was of 114 mGy during a total of 20 min X-ray exposure time (e.g. 15 min of fluoroscopy and 1 min of film). Compared to the results obtained with the phantom's dose we have found a relative error of 20%. Under the same exposure time we have found a 0,68 mSv dose in the examiner's hands and a 0,40 mSv dose in his eyes.

Conclusion—In this kind of procedure the examiner should have special concern as to observe the appropriate technical conditions besides having to make use of individual protection devices to minimize the radiation doses on his own behalf and behalf of his patient.

Key-words: radiation dosage, radiation protection, cardiac catheterization.

Arq Bras Cardiol. 55/1: 31-33—Julho 1990

Modalidades de exames para fins diagnósticos nos quais ocorrem exposição às radiações ionizantes por tempo prolongado, requerem quantificação da dose recebida pelo paciente e equipe de operadores.

O Comitê das Nações Unidas (1972) que tem

estudado os efeitos das radiações ionizantes, considera elevada a dose de radiação a que o profissional se expõe, neste tipo de procedimento diagnóstico¹⁻⁴.

A investigação foi realizada durante estudos hemodinâmicos, com tempo médio de exposição aos raios-X de 20 minutos.

Esta quantificação pode determinar medidas de proteção que venham contribuir concomitantemente para o aprimoramento técnico e redução da radiação absorvida.

Escola Paulista de Medicina.
Correspondência: Regina Bitelli Medeiros—Hospital São Paulo—
Rua Napoleão de Barros, 715—04024—São Paulo, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados na medição da dose de radiação dosímetros termoluminescentes de fluorita natural prensados a frio, tendo NaCl como aglutinante. As leituras foram feitas no Laboratório de Dosimetria do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Realizamos a avaliação em um aparelho de Raio-X Philips Sinepulse tipo X-7002 do Setor de Hemodinâmica da Disciplina de Cardiologia da Escola Paulista de Medicina.

Inicialmente avaliou-se a dose de radiação absorvida num "fantoma" ou simulador do corpo humano. Para isso, distribuimos dosímetros na região cardíaca e na saída do feixe de Raio-X. Mantivemos a maca na posição horizontal durante a irradiação utilizando 80 kVp, tempos de fluoroscopia de 10 minutos e 20 minutos, tempo de filmagem de 1 minuto e 2 minutos, correspondendo aproximadamente a 35 e 70 metros de película respectivamente.

Avaliou-se a dose recebida pelo médico no cristalino e membros superiores através do emprego de 4 dosímetros nas regiões frontal e dorso das mãos. Realizamos a medida das doses recebidas por pacientes, através da colocação de dosímetros na região torácica anterior e posterior. A idade dos pacientes variou entre 40 e 65 anos e peso entre 53 e 85 kg. A técnica utilizada em função destes dados variou entre 75 kVp e 95 kVp e de 1mA a 2mA.

As unidades de medida de doses utilizadas fo-

ram: dose de exposição a radiação: em Coulomb por kilograma (C/kg)— $1 \text{ C/kg} = 3,876 \times 10^3 \text{ R}$ (Roentgen); dose de radiação absorvida: unidade Gray (Gy)— $1 \text{ Gy} = \text{rad}/100$; dose equivalente: avalia o efeito biológico da radiação. A unidade de medida é o Sievert (Sv) = rem/100.

Sabemos que 1R de raio-X no tecido biológico mole dá origem a uma dose absorvida de 0,95 red. Por definição, a dose que mede o efeito biológico (rem) é numericamente igual a dose absorvida por este meio para a radiação X. Portanto, $1 \text{ R} \hat{=} 0,95 \text{ red} \hat{=} 0,95 \text{ rem}$. Para aumentar a margem de segurança, consideramos para análise dos resultados: $1 \text{ R} @ 1 \text{ red} @ 1 \text{ rem}$. Utilizando as novas unidades, teremos: $1 \text{ mc/kg} @ 3,876 \times 10^6 \text{ Gy} @ 3,876 \times 10^5 \text{ Sv}$.

RESULTADOS

Na tabela I constam os resultados da determinação da dose equivalente no simulador.

Relacionando os valvas de doses obtidas na entrada do feixe durante fluoroscopia e filmagem, chega-se a um fator de correlação (F) entre o tempo de exposição fluoroscópica e tempo de filmagem a que foi submetido o paciente. Observamos que um minuto de filmagem é equivalente a 5,2 minutos de fluoroscopia.

Na tabela II constam os resultados da mensuração da dose equivalente nos pacientes submetidos ao estudo hemodinâmico, assim como, da

TABELA I—Média dos valores de doses de radiação na exposição de "fantoma" ou simulador (mC/kg*)

Área Cardíaca	Fluoroscopia		Filmagem	
	10 minutos	20 minutos	1 minuto	2 minutos
Saída do Feixe	0,774 ± 0	0,179 ± 0,018	0,055 ± 0,028	0,112 ± 0,02
Entrada do Feixe	1,6930 ± 0,12	3,715 ± 0	0,955 ± 0,15	1,787 ± 0
Fúrcula	0,0140 ± 0,007	0,028 ± 0,020	0,008 ± 0,003	0,015 ± 0,01
Apêndice Xifóide	0,0130 ± 0,005	0,027 ± 0,007	0,009 ± 0,006	0,017 ± 0,003

Para converter em R (Roentgen multiplicam-se os valvas por 3,876. IR = 0,258 mC kg. Taxa Média de Exposição: 0,177 mC kg. min (Fluoroscopia); 0,924 mC/kg . min (Filmagem). F (Fator de Correlação): razão entre a taxa média de exposição devido a filmagem e taxa de exposição devido a fluoroscopia.

TABELA II—Taxas de dose de radiação durante cateterismo cardíaco (Uc/kF. min)*.

Caso	MM	MC	PS	PE
1	0,426	0,258	19,401	170,280
2	0,420	0,180	21,053	76,280
3	0,954	0,438	13,209	73,530
4	0,650	0,451	8,153	214,914
5	0,670	0,810	8,927	216,720
6	0,438	0,696	2,162	206,400
7	0,696	0,335	21,801	211,560
8	0,748	0,283	15,196	283,800
9	0,722	0,283	15,222	121,260
10	0,903	0,252	14,009	1 18,680
11	0,206	0,451	15,480	170,538
12	3,689	1,419	13,158	96,234
Média	0,877 ± 0,910	0,516 ± 0,348	15,738 ± 4,669	163,314 ± 64,500

Para converter em mR min multiplicam se os valores por 3.876. 1 mR min = 0,258 uC kg. min.

MM = médico-mão; MC = médico-cristalino; PS = paciente saída do feixe; PE = paciente entrada do feixe.

dose equivalente nas mãos e cristalino do médico.

Calcula-se a dose absorvida (D) pelo paciente na região torácica resultante de um estudo hemodinâmico com duração de 20 minutos (15 minutos de fluoroscopia e 1 minuto de filmagem) de acordo com a fórmula: $D = D \times t$ onde: D = dose absorvida; D = taxa de dose absorvida (dose de entrada—dose de saída/tempo = 163,314—15,738 mC/kg . min = 147,57 mC/kg. min); t = tempo de exposição.

Deste modo D por exame corresponde a 114,40 mGy. Utilizando os dados da tabela I a D. A dose absorvida pelo “fantoma” resultante de uma exposição de 20 minutos é de 3,54 mC/kg.

Comparando-se este resultado com o obtido no paciente teremos:

$$\frac{13,7}{11,4} \times \frac{11,4}{11,4} = 0,20$$

correspondendo a um erro relativo 20%.

DISCUSSÃO

Comparando-se os resultados obtidos à dose de um exame radiológico de tórax AP e perfil (2 mGy), o estudo hemodinâmico equivale a 57 exames deste tipo. Saliente-se que não existe um limite de dose para o paciente, e sim critérios técnicos para obter informações diagnósticas completas^{5,6}. Estes devem ser constantemente avaliados com o propósito de minimizar as doses recebidas pelo paciente, hemodinamicista e auxiliares.

Os resultados obtidos da avaliação da taxa de doses nas mãos (0,877 mC/kg) demonstram que durante a realização de um exame com 20 minutos de tempo de exposição aos raios X a dose integrada nas mãos do cardiologista é de 0,68 mSv. A dose equivalente limite para extremidades é de 500 mSv ao ano. Para acumular esta dose basta realizar 735 exames ao ano ou aproximadamente 15 exames por semana. A mesma interpretação podemos dar para a dose no cristalino durante um exame fluoroscópico total de 20 minutos. que é 0,4 mSv. Sendo. para equipe de operadores o limite de dose equivalente para o cristalino 0,15 Sv/ano, ao realizar 375 exames ao ano ou 8 exames por semana o médico estará acumulando o limite de dose.

Estes números são válidos para uma exposição aos raios X de 20 minutos. Todavia, para

profissionais treinados, um exame de cateterismo cardíaco esquerdo, direito e coronariografia pode ser efetuado em 10 minutos⁵ conforme as condições do paciente, o que reduz de um fator de 2 as doses equivalentes acima mencionadas.

Concluimos que o controle dosimétrico deve ser rigoroso a fim de não serem excedidos os limites primários de dose, não apenas para o corpo mas também para as mãos e cristalino, em função da possibilidade da radiação induzir catarata e dermatite. Resultados de estudos de radiosensibilidade do cristalino e pele podem ser encontrados na literatura⁶.

Dispositivos de proteção devem ser obrigatoriamente utilizados pelos hemodinamicistas e auxiliares, como avental de chumbo com equivalente de 0,5 mm e protetor de tireóide. Estes, por sua vez, devem preocupar-se em colimar o feixe de raio-x e restringir o tempo de fluoroscopia ao indispensável.

Recomenda-se a utilização de óculos com lente plumbífera e luvas cirúrgicas de látex e chumbo adequadas para procedimentos radiológicos específicos como é o cateterismo cardíaco.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Marília Teixeira da Cruz do Instituto de Física da Universidade de São Paulo; ao Serviço de Hemodinâmica da Disciplina de Cardiologia da Escola Paulista de Medicina e ao Prof. Dr. Camillo Segreto do Setor de Radioterapia do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicinal

REFERÊNCIAS

1. Ardran GM, Furdson PS—Radiation exposure to personnel during cardiac catheterization. *Radiology*, 1973; 106: 517-8.
2. Essinger A, Raimondi S, Valley JF—Radiation exposure to the examiner during coronary angiography. *Ann Radiol*, 1979; 22: 340-3.
3. Noel A, Claudon M, Hoeffel JC, Aletti P, Lostette Y, Pernot C — Cardiac catheterization dosimetry on patients. *Fortschr Rontgenst*, 1980; 132:561-5.
4. Rowley KA—Patient exposure in cardiac catheterization and cinefluorography using the Eclair 16 mm camera at speeds up to 200 frames per second. *Br J Radiol*, 1974; 47: 169-78.
5. Amiel M, Phillipen B, Buttin R—Quelques donnees statistiques concernant la durée de la radioscopie lois du catheterisme cardiaque. *Ann Radiol*, 1979; 22: 337-9.
6. Bateman JL—Organs of special senses. In: Berdjis CC, (ed) — Pathology of irradiation. Baltimore, Williams & Wilkins, 1971. p. 669-86.