



RADIO-091 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE RADIOPROTEÇÃO E DOSE PACIENTE EM EXAMES DE TÓRAX REALIZADOS EM UM HOSPITAL PÚBLICO INFANTIL DE BELO HORIZONTE.

Marco A. S. Lacerda¹; Helen J. Khoury²; Teógenes A. da
Silva³; Ana C. P. Azevedo⁴; Elton C. Guedes⁵

Copyright 2005, ABENDE

Trabalho apresentado na RADIO 2005, Rio de Janeiro, 2005.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade dos autores.

Sinopse

Foi realizado um levantamento das condições de radioproteção, técnicas radiográficas, dose e risco para pacientes pediátricos submetidos a exames de raios X de tórax em um hospital público infantil de Belo Horizonte - MG. Para um total de 125 exames de tórax (projeções AP e PA) foram anotados os dados dos pacientes (sexo, peso e idade) e parâmetros de técnica radiográfica (kV, mA.s e distância foco-pele), avaliando-se, também, os procedimentos de trabalho e as condições de radioproteção. Os valores de kerma no ar de entrada ($K_{a,e}$) e dose efetiva (E) foram determinados utilizando o software DoseCal desenvolvido pelo Radiological Protection Center of Saint Georges's Hospital de Londres. Com relação aos procedimentos de trabalho e condições de radioproteção, muitos aspectos da portaria 453 não são atendidos. O uso de técnicas radiográficas com elevados valores de mAs e baixos valores de tensão estão em desacordo com os critérios de qualidade adotados pela Comunidade Européia (CE). Os valores de $K_{a,e}$ para pacientes com idades próximas a 1 e 5 anos variaram entre 51 μGy e 64 μGy , inferiores aos níveis de referência propostos pela CE. Para pacientes com idades acima de 5 anos, os valores de $K_{a,e}$ foram substancialmente maiores que os encontrados para os demais pacientes. Os resultados permitem concluir que há necessidade de otimização dos procedimentos adotados de modo a reduzir a dose e o risco para os pacientes.

Introdução

A estimativa das doses nos pacientes submetidos a exames de radiodiagnóstico é essencial para se avaliar os riscos do uso das radiações ionizantes na área médica e para comparar o desempenho das diferentes instalações numa mesma região ou país. Especial atenção deve ser dada à monitoração das doses recebidas pelos pacientes pediátricos^(1, 2). Nesse sentido, valores de referência para as doses⁽³⁾ em cada tipo de exame têm sido propostos por diversos órgãos internacionais^(2, 4). As grandezas normalmente utilizadas para esse propósito são o kerma no ar de entrada ($K_{a,e}$) e Produto kerma no ar pela área ($P_{k,a}$)⁽⁵⁾. Para avaliação do risco, a grandeza comumente adotada é a dose efetiva (E), que pode ser obtida a partir do $K_{a,e}$ e $P_{k,a}$, utilizando coeficientes de conversão disponíveis na literatura⁽⁶⁾ ou programas computacionais⁽⁷⁻¹⁰⁾. O objetivo deste trabalho é avaliar as condições de radioproteção e doses / riscos para pacientes pediátricos submetidos a exames de raios X de tórax realizados em um hospital público infantil de Belo Horizonte, fazendo uma comparação com os resultados encontrados em levantamentos realizados no Brasil e em outros países.

¹ Mestre, Engenheiro Nuclear - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN / CNEN).

² Doutora, Física - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

³ Doutor, Físico - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN / CNEN).

⁴ Doutora, Física - Fundação Oswaldo Cruz (ENSP-CESTEH).

⁵ Engenheiro Eletricista - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN / CNEN).

Materiais e Métodos

Foram acompanhados 125 exames de raios X de tórax (projeções AP e PA) realizados em pacientes pediátricos de um hospital público infantil de Belo Horizonte-MG. Para cada exame foram anotados os dados dos pacientes (sexo, peso e idade) além dos parâmetros de técnica radiográfica (kV, mA.s e distância foco-pele). Além disso, foram realizadas avaliações dos procedimentos de trabalho e das condições de radioproteção da instituição. As características dos dois equipamentos de raios X fixos utilizados na instituição estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos equipamentos.

Características	Sala 01	Sala 02
Marca	Medicor	Medicor
Gerador	Monofásico com retificação de onda completa	Trifásico – 6 pulsos
Filtração Total	4,0 mm de Al	3,5 mm de Al
Ângulo do anodo	17,5°	17,5°
Dispositivos de raios-X	Mural s/ grade	Mesa e mural c/ grade

Os valores do kerma no ar de entrada ($K_{a,e}$) foram determinados a partir de medidas do rendimento do equipamento para as faixas de tensões utilizadas no serviço. Com base nos valores obtidos e da filtração total (obtida a partir da medida da camada semi-redutora), dos parâmetros de técnica radiográfica e dados dos pacientes (anotados nos exames), foi possível obter o valor da dose efetiva (E) utilizando o software DoseCal¹. Este programa computacional já foi testado com sucesso em trabalhos realizados na Inglaterra e Brasil^(10, 11).

Resultados e Discussões

A Tabela 2 apresenta, para cada faixa etária, os valores médios encontrados para a idade e peso dos pacientes, bem como, os parâmetros de técnica radiográfica (kV e mA.s) e doses ($K_{a,e}$ e E) nos exames de tórax AP/PA acompanhados na instituição. Para efeito de comparação são também apresentados na tabela os resultados encontrados por outros autores

A fim de se comparar as doses encontradas no presente trabalho com os níveis de referência publicados^(2, 4), os pacientes foram agrupados nas seguintes faixas etárias: (a) 0,8 a 1,2 anos (n = 12); (b) 4,0 a 6,0 anos (n = 6); (c) 8,0 a 12,0 anos (n = 6). Os valores médios encontrados para o $K_{a,e}$ para essas faixas etárias, juntamente com os níveis de referência, se encontram na Tabela 3.

¹ O software DoseCal, utilizado neste trabalho, foi especialmente desenvolvido para avaliação da Dose Efetiva e Dose nos Órgãos pelo Radiological Protection Center of Saint Georges's Hospital de Londres, e generosamente cedido para a realização deste estudo

Tabela 2. Valores médios encontrados para a idade, peso dos pacientes, parâmetros de técnica radiográfica (kV e mA.s) e doses ($K_{a,e}$ e E) nos exames de tórax AP/PA acompanhados no hospital público infantil de Belo Horizonte e de outros hospitais no mundo.

Exame / projeção	Amostra	Faixa Etária	Idade (anos)	Peso (kg)	Tensão (kV)	Carga (mA.s)	$K_{a,e}$ (μ Gy)	E (μ Sv)
Este Trabalho								
Tórax AP / PA	32	0 – 1	0,25	7,4	51	8,9	44 (23 – 78)	7.3
	80	1 – 5	2,30	12,1	51	9	45 (23 – 86)	6.1
	9	5 – 10	7,30	23,2	58	9,8	104 (58 – 153)	11.9
	4	10 – 15	11,30	37,5	63	10,5	193 (174 – 227)	17.4
Mooney and Thomas 1998. (14)								
Tórax AP / PA	16	0 – 1					60 (40 – 100)	
	16	1 – 5					53 (33 – 120)	
	30	5 – 10					46 (32 – 87)	
	14	10 – 15					54 (32 – 87)	
Ruiz et. al. 1991 (sala A). (18)								
Tórax AP / PA		0,08 – 1			85	6	350	
		1 – 5			90	6	390	
		5 – 10			95	6	430	
		10 – 14			100	8	550	
Kyriou et. al. 1996 (C2). (13)								
Tórax AP / PA		0 – 1			57	3,3	40	
		1 – 5			58	3,4	50	
		5 – 10			59	3,4	60	
		10 – 16			62	3,6	70	
Cook et. al. 1998b. (16)								
Tórax AP / PA		0,08 – 1					20	10
		1 – 4					30	10
		5 – 9					40	10
		10 – 15					50	10
Gogos et. al. 2003. (17)								
Tórax AP / PA	7	3 – 7		28	51	2.1	137	16
	11	8 – 12		45	55,7	2.4	144	15
Mohamadain et. al. 2004. (15)								
* Tórax AP	12	0 – 1	0,50	6,8	62,8	3,8	32 (17 – 50)	6
	12	1 – 5	2,50	11,7	70,7	3,2	41 (25 – 65)	6
	7	5 – 10	6,50	18,6	74,6	2,5	38 (32 – 40)	6
Mohamadain et. al. 2004. (15)								
** Tórax AP	12	0 – 1	0,40	8,1	68,1	2,5	74 (45 – 149)	15
	25	1 – 5	2,90	12,4	70,5	2,7	86 (65 – 165)	15
	11	5 – 10	6,90	21,9	67,9	4,7	101 (51 – 252)	16
Mohamadain et. al. 2004. (15)								
*** Tórax AP	6	0 – 1	0,49	5,5	40	2,1	20 (17 – 23)	3
	11	1 – 5	2,30	9,6	40	2,6	23 (16 – 28)	3
Mohamadain et. al. 2004. (15)								
**** Tórax AP	6	0 – 1	0,50	4,4	36	4,7	330 (279 – 446)	51
	22	1 – 5	2,20	8,7	36,2	5,8	395 (349 – 448)	45

*/ ** Hospital IFF salas 1 e 2 (Rio de Janeiro). *** / **** A Gasim / Khartoum (hospitais da cidade Khartoum no Sudão)

Tabela 3. Valores médios do kerma no ar de entrada para pacientes representativos das idades 1, 5 e 10 anos, comparativamente aos níveis de referência propostos pela Comunidade Européia ⁽²⁾ e os obtidos em levantamentos realizados na Inglaterra ⁽⁴⁾.

	$K_{a,e}$ (em μ Gy)		
	1 ano	5 anos	10 anos
Presente Trabalho	51	64	158
EC (1996) (2)	-	100	-
Hart. et. al. (2000) (4)	50	70	120

A análise da Tabela 2 permite constatar que a instituição estudada se trata de um hospital infantil cuja maior demanda de exames é para pacientes com idades inferiores a 5 anos (cerca de 90% dos pacientes analisados). O número de pacientes analisados com idades compreendidas entre 5 e 10 anos e entre 10 e 15 anos (respectivamente 4 e 9) foi estatisticamente baixo. Como o “National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology”⁽¹²⁾ sugere uma amostra de no mínimo 10 pacientes para uma estimativa confiável do $K_{a,e}$ para um dado exame, as considerações para essas duas faixas etárias têm caráter restrito.

Os valores de $K_{a,e}$ encontrados para pacientes com idades superiores a 5 anos foi substancialmente maior que a encontrada para os demais pacientes, o que não se verifica de maneira tão acentuada nos demais trabalhos. Isso pode ser atribuído ao fato do hospital utilizar para a realização de exames em pacientes dessa faixa etária, o equipamento da sala 2, que, além de apresentar rendimento superior (~60%) e filtração menor que o da sala 1, faz uso de grade anti-espalhamento. Além disso, as técnicas radiográficas empregadas são inadequadas (baixo kV, alto mA.s e não utilização de filtração adicional).

Os pacientes com idades inferiores a 5 anos receberam doses baixas, comparáveis às encontradas em instituições da Europa e do Rio de Janeiro⁽¹³⁻¹⁵⁾. O baixo rendimento do equipamento da sala 1 e a filtração elevada, podem estar contribuindo para que mesmo com o emprego de técnicas inadequadas (baixo kV, alto mA.s, não uso de filtros adicionais) se encontre valores de dose consideravelmente baixos. No entanto, uma redução maior da dose sem perda da qualidade da imagem poderia ser obtida, mudando-se as técnicas radiográficas de acordo com o sugerido pela CE⁽²⁾: tensões entre 60 e 80 kV, tempos de exposição menores que 10 ms.

A Tabela. 2 mostra, ainda, uma comparação dos valores de E encontrados no presente trabalho com outros fornecidos pela literatura. Nota-se que os valores de dose efetiva encontrados no hospital de Belo Horizonte para pacientes com idades inferiores a 5 anos são menores que os valores encontrados por Cook et. al. (1998)⁽¹⁶⁾ e comparáveis aos encontrados por Mohamadain et. al. (2004)⁽¹⁵⁾ em uma sala do Hospital IFF no Rio de Janeiro. Para pacientes com idades compreendidas entre 5 e 10 anos os valores de E são, respectivamente, comparáveis e menores que os encontrados por Cook et. al. (1998)⁽¹⁶⁾ e Gogos et. al. (2003)⁽¹⁷⁾ e maiores que os encontrados por Mohamadain et. al. (2004)⁽¹⁵⁾ (sala 1 do IFF – Rio de Janeiro). Nos outros três hospitais avaliados por Mohamadain et. al. (2004)⁽¹⁵⁾, com exceção do hospital A Gasim da cidade de Khartoum no Sudão, que apresentou valores de E significativamente menores, os outros dois apresentaram E consideravelmente maiores que os encontrados no hospital de Belo Horizonte.

A Tabela 3 mostra que o valor médio do kerma no ar de entrada obtido nos exames realizados no hospital em estudo, para pacientes com idades próximas a 5 anos está abaixo dos valores estabelecidos pela Comunidade Européia⁽²⁾. Para pacientes com idades próximas a 1 ano e 10 anos os valores ficaram respectivamente 2% e 36% acima do proposto por NRPB⁽⁴⁾.

Com relação aos procedimentos de trabalho e condições de radioproteção deve-se ressaltar os seguintes pontos: (a) as portas de acesso às instalações nem sempre eram fechadas durante as exposições; (b) os protetores de chumbo, apesar de disponíveis, nem sempre eram oferecidos aos acompanhantes; (c) ausência de dispositivos de posicionamento para os pacientes menores, que eram contidos pelos acompanhantes (estes normalmente se posicionavam atrás do paciente, na direção do feixe primário); (d) colimação inadequada do feixe, proporcionando a exposição, na maioria das vezes, das regiões das gônadas do paciente, que não eram protegidas por nenhuma blindagem e; (e) qualidade ruim dos filmes, que não eram compatíveis com as telas intensificadoras dos chassis da instituição.

Conclusões

Foi realizado um levantamento das condições de radioproteção, técnicas radiográficas, dose e risco para pacientes pediátricos submetidos a exames de tórax (projeções AP/PA) em um hospital público infantil de Belo Horizonte. Com relação aos procedimentos de trabalho e às condições de radioproteção muitos quesitos da portaria 453 não são atendidos. As técnicas radiográficas empregadas não são otimizadas segundo os critérios adotados pela Comunidade Européia ⁽²⁾, verificando-se o uso de altos valores de carga, baixas tensões e a não utilização de filtração adicional. As doses encontradas para pacientes com idades próximas a 1 e 5 anos foram relativamente baixas, quando comparadas aos níveis de referência propostos pela Comunidade Européia ⁽²⁾ e os obtidos em levantamentos realizados na Inglaterra ⁽⁴⁾. Para pacientes maiores de 5 anos as doses maiores encontradas podem ser atribuídas principalmente ao uso de grades anti-espalhamento nos exames e técnicas radiográficas inadequadas. Os valores de E encontrados para os pacientes menores de 10 anos foram baixos, comparáveis aos encontrados também na Inglaterra ⁽¹⁶⁾.

Referências bibliográficas

- (1) ICRP. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the ICRP, Publication 60. Oxford: Pergamon Press, 1991.
- (2) EC. European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 (European Commission, Luxembourg: EC), 1996.
- (3) ICRP. International Commission on Radiological Protection. Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Oxford: Pergamon Press, 1996.
- (4) Hart, D., Wall, B. F., Shrimpton, P. C., Bungay, D. R. and Dance, D. R. Reference doses and patient size in pediatric radiology. NRPB publications, NRPB-R318, 2000.
- (5) ICRU. International Commission on Radiation Units and Measurements. Patient Dosimetry in Diagnostic and Interventional Radiology. Draft of 26 September 2000.
- (6) Hart, D., Jones, D. G. and Wall, B. F. Coefficients for estimating effective doses for paediatric x-ray examinations. NRPB-R279 (Chilton, Oxon: NRPB), 1996.
- (7) Le Heron, J. C. CHILDOSE: a user's guide. Software and manual. National Radiation Laboratory. Christchurch, New Zealand, 1996.
- (8) Tapiovaara M, Lakkisto M And Servomaa A. PCXMC: A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations, report STUK-A139, (Helsinki: Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety), 1997.
- (9) Davies, M., McCailum, H., White, G. Brown, J. and Hlem M. Patient dose audit in diagnostic radiography using custom designed software. Radiography, v.3, p.17–25, 1997.
- (10) Cook, J. V., Shah, K., Pablot, S. Kyriou, J. A practice in the X ray imaging of children St George's Hospital & St Helier Hospital. London, UK, 1998.
- (11) Mohamadain, K. E. M. et. al. Dose measurements using thermoluminescent dosimeters and DoseCal software at two paediatric hospitals in Rio de Janeiro. Applied Radiation and Isotopes, v.59, p.53-57, 2003.

- (12) IPSM, NRPB, CoR. Institute of Physical Sciences in Medicine, National Radiological Protection Board and College of Radiographers. National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology. NRPB,Chilton, UK, 1992.
- (13) Kyriou, J. C., Fitzgerald, M., Pettett, A., Cook, J. V. and Pablot, S. M. A comparison of doses and techniques between specialist and non-specialist centers in the diagnostic x-ray imaging of children. *British Journal of Radiology*, v.69, p.437–450, 1996.
- (14) Mooney R., Thomas P. S. Dose reduction in a paediatric X-ray department following optimization of radiographic technique. *British Journal of Radiology*, v.71,p.852-860, 1998.
- (15) Mohamadain, K. E. M. et. al. Dose evaluation for paediatric chest x-ray examinations in Brazil and Sudan: low doses and reliable examinations can be achieved in developing countries. *Physics in Medicine and Biology*, v.49, p.1017-1031, 2004.
- (16) Cook, J. V., Shah, K., Pablot, S. et al. Guidelines on best practice in the x-ray imaging of children; a manual for all x-ray departments. Queen Mary's Hospital for Children, Carshalton, UK, 1998.
- (17) Gogos, K. A., Yakoumakis, E. N., Tsalafoutas, I. A. and Makri, T. K. Radiation dose considerations in common pediatric x-ray examinations. *Pediatric Radiology*, v.33, p236-240, 2003.
- (18) Ruiz M. J, Gonzalez L., Vano E., Martinez A. Measurement of radiation doses in the most frequent simple examinations in paediatric radiology and its dependence on patient age. *British Journal of Radiology*, v.64,p.929-933, 1991.