

Avaliação das doses de radiação em uretrocistografia miccional de crianças*

Evaluation of radiation dose in voiding cystourethrography in children

Leonardo Vieira Travassos¹, Márcia Cristina Bastos Boechat², Eloá Nunez Santos³, Sérgio Ricardo de Oliveira⁴, Marcos Otaviano da Silva⁴, Antonio Carlos Pires Carvalho⁵

Resumo **OBJETIVO:** Analisar o produto dose-área, a dose de entrada na pele do paciente e as doses relativas à fluoroscopia e às radiografias em exames de cistouretrografia miccional em crianças. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram avaliados os procedimentos em 37 pacientes, realizados por quatro médicos do serviço. As medições foram realizadas com um equipamento composto de uma câmara de ionização acoplada diretamente à saída do tubo de raios X e um eletrômetro (Diamentor) ligado diretamente ao computador, para a coleta dos dados. **RESULTADOS:** Foi observada alguma heterogeneidade na realização do procedimento, que não segue padrão de técnica radiográfica. São realizadas em média 11 radiografias por exame, usando tempo longo de fluoroscopia, com dose média final mais alta que a encontrada em referências da literatura. **CONCLUSÃO:** A adoção da técnica de alta quilovoltagem nas radiografias e o uso restrito da fluoroscopia podem proporcionar importante redução das doses durante a realização deste procedimento, porque o maior contribuinte para as altas doses verificadas foi a utilização da fluoroscopia.

Unitermos: Raios X; Dosimetria; Uretrocistografia; Fluoroscopia; Radiologia pediátrica.

Abstract **OBJECTIVE:** To evaluate dose-area product, skin entrance dose and doses from fluoroscopy and radiography in voiding cystourethrography studies of pediatric patients. **MATERIALS AND METHODS:** Procedures performed in 37 patients by four physicians of the institution were evaluated. Measurements were performed with an equipment including an ionization chamber directly coupled to the x-ray tube window and an electrometer (Diamentor) connected to a computer for data collection. **RESULTS:** Some procedures heterogeneity was observed and guidelines for good radiographic techniques were not followed. On average, 11 radiographies are performed for each study, with extended fluoroscopy time delivering a higher average final dose than those reported in the literature. **CONCLUSION:** The adoption of radiography with high kilovoltage technique and restricted utilization of fluoroscopy can result in a significant reduction of doses during this procedure, considering that the major contribution to the final dose comes from fluoroscopy.

Keywords: X-rays; Dosimetry; Cystourethrography; Fluoroscopy; Pediatric radiology.

Travassos LV, Boechat MCB, Santos EN, Oliveira SR, Silva MO, Carvalho ACP. Avaliação das doses de radiação em uretrocistografia miccional de crianças. *Radiol Bras.* 2009;42(1):21-25.

INTRODUÇÃO

A utilização das radiações ionizantes para o diagnóstico e terapia de pacientes pediátricos tornou-se uma prática comum e seus benefícios são inquestionáveis. Entretanto, ainda que se justifique a utilização de radiações ionizantes na prática médica, em razão do benefício que trarão ao paciente, não devem ser esquecidas as normas e técnicas de proteção radiológica. Isto significa que todos os pacientes devem receber a máxima atenção, no intuito de minimizar a possibilidade de efeitos biológicos, agudos ou tardios, resultantes da exposição à radiação. Assim, se a proteção radiológica de pacientes expostos a radiações ionizantes é importante, o é, sobretudo, nos pacientes pediátricos^(1,2).

A uretrocistografia, também referida como cistouretrografia miccional, é um exame radiológico contrastado destinado à avaliação da via urinária e representa, na literatura, de 30% a 50% dos exames fluoroscópicos em crianças^(3,4). As principais indicações para o exame são: avaliação de infecção urinária de repetição, de refluxo vesicoureteral e de anomalias congênitas da bexiga e da uretra.

A dose fornecida por um determinado exame radiológico é máxima na superfície da região irradiada. Pode-se definir a dose de radiação incidente nas áreas expostas por meio do Diamentor, equipamento acoplado ao tubo de raios X, que permite o registro acumulativo da radiação emitida pelo tubo de raios X durante o tempo do exame e que não interfere na sua realização. A

* Trabalho realizado no Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz (IFF/Fiocruz) e na Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1. Físico, Bolsista do Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz (IFF/Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Doutora, Chefe do Serviço de Radiologia do Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz (IFF/Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3. Especialista, Radiologista Pediátrica do Serviço de Radiologia do Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz (IFF/Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

4. Mestres, Doutorandos da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

5. Doutor, Professor Adjunto de Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Antonio Carlos Pires Carvalho. Rua José Higino, 290, ap. 401, Tijuca. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20520-202. E-mail: acpcrj@hucff.ufrj.br

Recebido para publicação em 31/10/2008. Aceito, após revisão, em 14/11/2008.

partir do kerma no ar sobre o paciente determina-se o produto dose-área (*dose area product* – DAP) em gray (Gy) e unidade de área, e a dose de entrada na pele (DEP), em Gy. Variações no tempo de fluoroscopia durante a execução do exame, em função do equipamento radiológico utilizado, da habilidade do radiologista, do grau de cooperação do paciente, das características da região a ser observada e das dimensões das áreas expostas, são variáveis que influenciam na dose total do procedimento.

A Comunidade Europeia, considerando esta situação e as variáveis (a) diferenciação anatômica, (b) discrepância nas técnicas empregadas para a obtenção das imagens radiográficas pediátricas e (c) diferentes doses às quais os pacientes são expostos, elaborou um documento intitulado Guia Europeu de Critérios de Qualidade para Imagens Diagnósticas em Pediatria⁽⁵⁾, no qual foram definidos os critérios de qualidade das imagens para a maioria desses procedimentos.

O Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz (IFF/Fiocruz) é um hospital público materno-infantil de nível terciário, sendo 90% da clientela do serviço formada por crianças. Trata-se de um hospital de referência em neonatologia, cirurgia pediátrica e genética médica; conseqüentemente, o número de pacientes com anomalias congênitas é bastante elevado, sendo frequentes os casos de anomalias urinárias.

Em 2001 teve início a implementação de um programa de controle e garantia da qualidade no Serviço de Radiologia, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFF/Fiocruz (Parecer nº CAAE-000042/0008-02). Considerando o perfil predominantemente pediátrico da instituição, o presente estudo procura analisar as doses de radiação às quais as crianças são expostas no exame de uretrocistografia miccional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os exames foram realizados no período de março a setembro de 2008 no Serviço de Radiologia do IFF/Fiocruz por quatro médicos radiologistas do serviço. Quatro médicos do serviço, com pelo menos oito anos de experiência com pacientes pediá-

tricos, realizaram o procedimento. O equipamento utilizado foi um telecomandado com intensificador de imagem modelo PrestilixTM (General Electric Medical Systems; Milwaukee, EUA).

Os valores de dose foram obtidos aco- plando-se à saída do tubo de raios X uma câmara de ionização de leitura direta do equipamento DiamentorTM, modelo M4-KDK (PTW; Freiburg, Alemanha). Esta câmara, posicionada logo abaixo do colimador, registra a radiação emitida pela ampola durante o tempo do exame, fornecendo os valores do DAP e a DEP do paciente submetido a exames de radiografia e fluoroscopia.

Trinta e sete crianças, sendo 16 (43%) do sexo feminino e 21 (57%) do sexo masculino, com idades variando de 1 dia a 16 anos, foram submetidas ao exame de uretrocistografia miccional. Os pacientes foram agrupados em quatro faixas etárias: lactentes (menores de um ano), 1–4 anos, 5–9 anos e 10 ou mais anos, e analisados em relação às doses de radiação a que ficaram expostos durante a investigação com radioscopia e radiografias.

A rotina para execução do exame é iniciada realizando-se uma radiografia do abdome em projeção ântero-posterior com o paciente em decúbito dorsal. Em seguida, é feita a antisepsia cuidadosa da genitália e a introdução de um cateter na uretra, que é conduzido até o interior da bexiga. Por este cateter é administrado o meio de contraste iodado diluído em soro fisiológico e são realizadas radiografias em ântero-posterior durante as fases de pequeno, médio e grande enchimento vesical. Estas radiografias proporcionam o estudo de possível refluxo vesicoureteral, do conteúdo e da parede da bexiga. As radiografias na fase de maior enchimento devem conter todo o presumível trato urinário. Posteriormente à fase do enchimento vesical é realizado o estudo da micção, por meio de radiografias em ântero-posterior no caso das meninas e

em perfil ou oblíqua no caso dos meninos. Com o término da micção, é realizada uma radiografia de abdome em incidência ântero-posterior, a fim de avaliar o grau de esvaziamento vesical e a presença ou não de refluxo vesicoureteral.

RESULTADOS

Em relação à idade, metade das crianças examinadas tinha um ano ou menos no momento do exame. A massa variou entre 2,5 kg (duas crianças) e 34 kg, e a altura variou de 40 cm (duas crianças) a 1,45 m. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado, com variação entre 10,4 e 40,8, notando-se que a maioria das crianças tinha peso abaixo do ideal (21 crianças com IMC abaixo de 18,5). Apenas uma criança apresentava obesidade (IMC de 40,8), duas tinham sobrepeso (IMC de 29,1 e 26) e todas as outras tinham IMC abaixo ou igual a 24 (Tabela 1).

Os valores médios da tensão (kV) e da carga (mAs) obtidos nos exames foram de 72 kV e 6,1 mAs, respectivamente. O número de exposições variou entre 6 e 18, o tempo de médio de fluoroscopia foi de 516 segundos, correspondendo, em média, a 85% da dose total. O DAP total foi de 154 a 1.865 cGy.cm² e a DEP total foi de 17 a 321 mGy (Tabela 2).

Foi avaliado, separadamente, o DAP médio total, das radiografias e da fluoroscopia, em cada uma das faixas etárias, tendo-se notado que na faixa etária mais alta o uso de filmes e campos de fluoroscopia maiores contribuiu para uma maior área irradiada e conseqüente aumento de dose (Tabela 3).

A comparação das doses por sexo dos pacientes mostrou que, apesar de a massa média das meninas ser maior, a dose nos meninos foi mais elevada (Tabela 4), provavelmente decorrente das dificuldades inerentes à anatomia masculina e do maior número de exames anormais em meninos,

Tabela 1 Perfil biofísico dos pacientes.

	Mínimo	Média	Máximo	Mediana
Massa (kg)	2,5	13,6	34	13
Altura (cm)	40	82,6	145	85
Índice de massa corporal	10,4	18,8	40,8	17,3
Idade	1 dia	3 anos	16 anos	1 ano

o que ocasionou maior tempo de fluoroscopia e aumento da dose. Pouco mais da metade dos exames (21; 57%) foram considerados anormais, com discreto predomínio (13 exames) no sexo masculino.

A comparação por médico realizador do exame mostrou pequenas diferenças na forma de conduzir o exame e evidencia o tempo prolongado de uso da fluoroscopia por todos os examinadores, conforme demonstrado na Tabela 5. Ressalte-se que o médico A realizou o maior número e percentual de exames anormais.

DISCUSSÃO

Costa et al.⁽⁶⁻⁸⁾ introduziram a videofluoroscopia para avaliar a dinâmica da deglutição, que necessita fluoroscopia constante para observação dos detalhes, e dosaram a radiação usada neste procedimento em adultos, com tempo médio de fluoroscopia de sete minutos em dois equipamentos radiológicos semelhantes, notando que, embora as doses estivessem dentro de valores aceitáveis em um deles, havia diferença significativa entre os valores de cada apa-

relho. Um deles fornecia DAP cinco vezes maior que o outro (804 e 4.101 cGy.cm²), embora os parâmetros selecionados de mAs e kV fossem semelhantes. Eles calcularam que a DAP por minuto em torno de 100–120 cGy.cm² era adequada e concluíram que havia problema no segundo aparelho, o qual, coincidentemente, foi desativado poucos meses depois. Isto demonstra a necessidade do rigoroso controle de qualidade dos equipamentos radiológicos de uso médico, em especial em um hospital pediátrico. Lacerda et al.⁽⁹⁾ observaram, em hospitais brasileiros com equipamento antigo e em condições que talvez não sejam as mais adequadas, que chega a ocorrer o campo irradiado ser maior que o tamanho do filme selecionado, por erro na colimação manual, fato também observado por Azevedo et al.⁽¹⁰⁾.

A uretrocistografia miccional é considerada o método padrão na avaliação de refluxo vesicoureteral e malformações da uretra e bexiga⁽⁴⁾. Por estar anatomicamente relacionada com a região genital, onde estão ovários (que não podem ser protegidos)

Tabela 2 Tempo de fluoroscopia, número de exposições e valores de dose observados.

	Mínimo	Média	Máximo	Mediana
Tempo de fluoroscopia (segundos)	82	516	1.240	429
DAP fluoroscopia (cGy.cm ²)	141,3	704,8	1.720,3	571,5
DEP fluoroscopia (mGy)	11,2	99	298,3	73,7
Exposições (n)	6	10,8	18	11
DAP radiografias (cGy.cm ²)	12,5	89,4	391,5	66,4
DEP radiografias (mGy)	2,3	14,7	54	12
DAP total (cGy.cm ²)	154,4	794,2	1.865,8	804,4
DEP total (mGy)	17	113,5	321,2	83,3

DAP, produto dose-área; DEP, dose de entrada na pele.

Tabela 3 Valores observados por faixa etária.

Faixa etária	Pacientes (n)	Média de exposições (n)	DAP radiografias (cGy.cm ²)	% DAP total	Tempo médio de fluoroscopia (segundos)	DAP fluoroscopia (cGy.cm ²)	% DAP total
< 1 ano	12	10	34,8	7%	461	463	93%
1–4	16	9	98,4	11%	486	809	89%
5–9	6	11	95,5	12%	531	731	88%
≥ 10	3	9	247,8	19%	929	1.065	81%

DAP, produto dose-área.

Tabela 4 Valores observados por sexo.

Sexo	Exposições (n)	Massa (kg)	DAP (cGy.cm ²)	DAP fluoroscopia (cGy.cm ²)	Tempo médio de fluoroscopia (segundos)	DEP (mGy)
Feminino	10	15,6	776	680	463	92
Masculino	11	12,1	808	747	554	130

DAP, produto dose-área; DEP, dose de entrada na pele.

Tabela 5 Valores observados por médico realizador do procedimento.

Médico	Exames		Exposições (n)	Média (n)	Tempo de fluoroscopia (segundos)			DAP (cGy.cm ²)	DEP (mGy)
	n	Anormais			Média	Mínimo	Máximo		
A	10	8	8 a 18	13,5	470	218	1.240	939	104
B	6	4	6 a 15	9,5	362	82	1.080	471	95
C	9	4	8 a 11	9	471	190	777	712	95
D	12	5	7 a 16	11	525	245	1.180	896	144

DAP, produto dose-área; DEP, dose de entrada na pele.

e testículos (que podem ser, em parte, protegidos da dose elevada inerente ao exame, pelo uso do protetor de gônadas), este exame ocasiona grande exposição dessas estruturas tão sensíveis à radiação.

Quantificar a exposição à radiação determinada por um método, em especial quando ele tem o significado esclarecedor que se observa na uretrocistografia miccional, é tarefa relevante, pois existe a oportunidade de definir o real nível de exposição produzido pelo método e, dentro de valores aceitáveis para a formação de uma boa imagem radiográfica, de se corrigir a aplicação de doses eventualmente elevadas, muitas vezes dependente do hábito de profissionais que tentam fazer o diagnóstico na observação da fluoroscopia, esquecendo da dose que fornecerá ao paciente. Vale lembrar que alguns radiologistas realizam o exame sem usar fluoroscopia, por terem aprendido desta maneira, numa época em que não havia intensificador de imagem. Nicholson et al.⁽¹¹⁾ relatam a redução da dose com o uso de filtros adicionais e enfatizam que apenas a remoção da grade antiespalhamento e o uso de filtração adicional de 0,7 mm de aço ocasiona a redução da dose de fluoroscopia em 75–80%.

Neste trabalho, um dos fatores que contribuiu para a magnitude das doses superficiais na entrada da pele foi a falta de uniformidade das técnicas radiográficas empregadas para a obtenção das imagens. Alguns médicos deixam os fatores técnicos no modo automático e outros fixam kV e mA da fluoroscopia e mAs da radiografia. Entretanto, todos usam a fluoroscopia por tempo prolongado, aumentando a dose fornecida. Este fato pode ser explicado pelos exames anormais, que requerem incidências adicionais para documentar adequadamente as alterações do trato urinário, por exemplo, a presença de divertículos vesicais, as anomalias da uretra masculina e outras anomalias mais complexas. Considerando que o tempo de fluoroscopia variou entre 82 e 1.240 segundos (média de 516 segundos), podemos sugerir a sua redução de forma radical. A utilização de técnicas de alta quilovoltagem e baixa miliampereagem, bem como da fluoroscopia apenas para posicionar o paciente e observar alterações mais marcantes, certamente reduzirá a dose de maneira importante. A ob-

servação da DEP total variando entre 17 e 321,2 mGy (a parcela relativa à fluoroscopia variou entre 11,2 e 298,3 mGy), do DAP total variando de 154 a 1.865 cGy.cm² (sendo a fluoroscopia responsável por 141,3 a 1.720,3 cGy.cm²) e do número de exposições entre 6 e 18 sugerem que mudanças nos hábitos dos médicos realizados dos exames reduzirão as doses.

Comparando com estudos semelhantes em outros países, podemos avaliar melhor essa diferença. Livingstone et al.⁽¹²⁾ estudaram uretrocistografias em adultos indianos, com espessura de até 25 cm, e observaram tempo de fluoroscopia médio de 2,7 minutos, variando até 6,5. O número médio de radiografias/exposições foi de 8,6, o DAP total médio foi de 376 cGy.cm² (variando entre 43 e 926 cGy.cm²) e a DEP, entre 1,32 e 32,5 mGy, com média de 11 mGy.

Persliden et al.⁽¹³⁾ avaliaram o exame em dois hospitais pediátricos da Suécia e encontraram valores de DAP entre 8 e 246 cGy.cm² em hospital com equipamento convencional, e entre 4 e 254 cGy.cm² em hospital com equipamento digital. Neste último, o tempo de fluoroscopia variou entre 0,1 e 1,6 minuto e naquele com sistema convencional, entre 0,4 e 5,1 minutos. Em nosso estudo o tempo de fluoroscopia chegou, em um procedimento, a mais de 20 minutos, talvez justificado pelos problemas da paciente, portadora de deformação da coluna, com escoliose acentuada e extrema dificuldade de manipulação da região para obter a imagem.

Já Ruiz et al.⁽¹⁴⁾ e González et al.⁽¹⁵⁾, na Espanha, obtiveram valores de dose elevados, até 300% acima do referido por outros autores, e sugeriram medidas para sua redução, observando que a uretrocistografia miccional chega a corresponder a 2,4% dos exames realizados na população pediátrica.

Osibote e Azevedo⁽¹⁶⁾ e Azevedo et al.⁽¹⁷⁾ já haviam apontado a falta de padronização da técnica radiográfica em hospitais gerais e pediátricos brasileiros, certamente um fator que colaborou para a variação de dose de nosso estudo. O estudo de Azevedo et al.⁽¹⁷⁾ demonstra que, embora as doses calculadas para radiografias de tórax da mesma instituição sejam até menores que nos artigos de referência, poderiam ser ainda menores se a colimação adequada fosse usada e se a requisição dos exames tivesse

mais rigor. Kyriou et al.⁽¹⁸⁾ compararam a dose e a técnica radiográfica de hospitais pediátricos e gerais, observando elevação da dose e diferença no procedimento por não especialistas.

Chegou-se a questionar se haveria diferença expressiva do perfil biométrico das crianças, mas a avaliação do IMC mostrou que a maioria era de crianças de baixo peso. Apenas uma criança poderia ser considerada obesa, não tendo isso influência nos fatores técnicos médios. Porém, considerando o ocorrido no estudo da videofluoroscopia, em que aparelhos iguais apresentaram doses muito diferentes, tendo-se descoberto problema grave no equipamento a ponto de desativá-lo, pode-se até questionar que alguma não conformidade técnica poderia estar acontecendo e justificar a dose mais elevada em nosso estudo.

Nosso estudo permite sugerir que tanto o DAP quanto a DEP são bons parâmetros para avaliar níveis adequados de dose para exames de uretrocistografia miccional.

Os pacientes de idade ou altura maiores necessitam de filmes maiores para documentar o exame, que em alguns momentos deve incluir todo o sistema coletor, da bexiga aos rins. A limitação da área de fluoroscopia apenas à região de interesse, mesmo em equipamentos que fazem a colimação automática em função da divisão programada do filme, poderia ser mais um fator redutor de dose nesses pacientes maiores. Foi constatado que o equipamento faz divisões apenas no “sentido vertical”, ou seja, um filme 30 × 40 terá sempre imagens com 30 ou 40 cm de altura se a colimação manual não for feita, o que aumenta a área exposta. Nos primeiros anos de vida os pacientes são mais agitados durante a realização do método e, conseqüentemente, acabam por ficar mais tempo sob fluoroscopia, o que também contribui para a dose final elevada. Em um paciente desta faixa etária o percentual da fluoroscopia alcançou 97,85% do DAP total.

Se o DAP da fluoroscopia for dividido pelo tempo, podemos avaliar o nível de exposição por unidade de tempo, o que, pensou-se inicialmente, deveria fornecer valores próximos. Mas os valores encontrados foram discrepantes, variando de 0,42 a 4,14 cGy.cm²/s, o que sugere que a realização da fluoroscopia com uso do controle

automático de exposição talvez não seja a melhor maneira de realizar essa fase do exame. Fixar os valores de corrente e tensão da fluoroscopia em um nível baixo o suficiente para permitir localizar as estruturas desejadas pode reduzir sobremaneira a dose total do procedimento. Trabalhos mais recentes^(19,20) abordam o uso de equipamento tecnicamente mais moderno, com a chamada fluoroscopia pulsada, que reduz de forma acentuada a dose total, por influenciar diretamente a redução da dose da fluoroscopia. Ward⁽²⁰⁾ sugere, inclusive, que o radiologista deve, antes de realizar o exame, obter a história clínica e confirmar se a indicação é correta ou se outro método, como a cistografia por radionuclídeos, por exemplo, pode ser mais indicado para esclarecer a dúvida do clínico que atende a criança. Persliden et al.⁽¹³⁾ observam que no hospital com imagem convencional, em que a criança realiza a ultrassonografia antes da uretrocistografia miccional e esta somente é indicada se o primeiro exame é anormal, a dose final e o número de radiografias são maiores.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A dose neste exame é elevada, sendo seu principal componente a fluoroscopia. Em uma importante instituição brasileira de radiologia pediátrica as doses estão acima do encontrado em trabalhos semelhantes.

Propomos uma maior conscientização por parte dos médicos, para que façam uso

de técnicas de alta quilovoltagem e redução do tempo de fluoroscopia no exame.

REFERÊNCIAS

1. Lacerda MAS, Khoury HJ, Silva TA, et al. Radioproteção, dose e risco em exames radiográficos nos seios da face de crianças, em hospitais de Belo Horizonte, MG. *Radiol Bras.* 2007;40:409-13.
2. Lacerda MAS, Silva TA, Khoury HJ, et al. Riscos dos exames radiográficos em recém-nascidos internados em um hospital público de Belo Horizonte, MG. *Radiol Bras.* 2008;41:325-9.
3. Al-Imam OA, Al-Nsour NM, Al-Khulaifat S. Which is the best way of performing a micturating cystourethrogram in children? *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2008;19:20-5.
4. Sulieman A, Theodorou K, Vlychou M, et al. Radiation dose measurement and risk estimation for paediatric patients undergoing micturating cystourethrography. *Br J Radiol.* 2007;80:731-7.
5. European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. [cited 2008 Oct 25]. Available from: <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp5-euratom/docs/eur16261.pdf>
6. Costa MMB, Nova JLL, Carlos MT, et al. Videofluoroscopia – um novo método. *Radiol Bras.* 1992;25:11-8.
7. Costa MMB. Uso de bolo contrastado sólido, líquido e pastoso no estudo videofluoroscópico da dinâmica da deglutição. *Radiol Bras.* 1996;29:35-9.
8. Costa MM, Canevaro LV, Azevedo ACP, et al. Valores típicos do “produto dose-área” obtidos durante o estudo videofluoroscópico da deglutição. *Radiol Bras.* 2003;36:17-20.
9. Lacerda MAS, Silva TA, Khoury HJ. Assessment of dosimetric quantities for patients undergoing X-ray examinations in a large public hospital in Brazil – a preliminary study. *Radiat Prot Dosimetry.* 2008;132:73-9.
10. Azevedo ACP, Osibote AO, Boechat MCB. Survey of doses and frequency of X-ray examinations on children at the intensive care unit of a large reference pediatric hospital. *Appl Radiat Isot.* 2006;64:1637-42.
11. Nicholson RA, Thornton A, Akpan M. Radiation dose reduction in paediatric fluoroscopy using added filtration. *Br J Radiol.* 1995;68:296-300.
12. Livingstone RS, Koshy CG, Raj DV. Evaluation of work practices and radiation dose during adult micturating cystourethrography examinations performed using a digital imaging system. *Br J Radiol.* 2004;77:927-30.
13. Persliden J, Helmsrot E, Hjort P, et al. Dose and image quality in the comparison of analogue and digital techniques in paediatric urology examinations. *Eur Radiol.* 2004;14:638-44.
14. Ruiz MJ, Vañó E, González L, et al. Dose-area product values in frequently performed complex paediatric radiology examinations. *Br J Radiol.* 1996;69:160-4.
15. González L, Vañó E, Ruiz MJ. Radiation doses to paediatric patients undergoing micturating cystourethrography examinations and potential reduction by radiation protection optimization. *Br J Radiol.* 1995;68:291-5.
16. Osibote AO, Azevedo ACP. Estimation of adult patient doses for common diagnostic X-ray examinations in Rio de Janeiro, Brazil. *Phys Med.* 2008;24:21-8.
17. Azevedo ACP, Osibote AO, Boechat MCB. Paediatric x-ray examinations in Rio de Janeiro. *Phys Med Biol.* 2006;51:3723-32.
18. Kyriou JC, Fitzgerald M, Pettett A, et al. A comparison of doses and techniques between specialist and non-specialist centres in the diagnostic X-ray imaging of children. *Br J Radiol.* 1996;69:437-50.
19. Ward VL, Strauss KJ, Barnewolt CE, et al. Pediatric radiation exposure and effective dose reduction during voiding cystourethrography. *Radiology.* 2008;249:1002-9.
20. Ward VL. Patient dose reduction during voiding cystourethrography. *Pediatr Radiol.* 2006;36(Suppl 2):168-72.