

Calibração do filme radiocrômico GAFCHROMIC XR-RV2 para radiologia

Calibration of GAFCHROMIC XR-RV2 Film for radiology

Maria S. R. Silva¹, Helen J. Khoury¹, Cari Borrás¹, Vagner F. Cassola¹, Juan L. Ginori²

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear, Recife-PE, Brasil.

²Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara, Vila Clara, Cuba.

Resumo

Este trabalho apresentou os resultados de três métodos de calibração de filmes radiocrômicos GAFCHROMIC XR-RV2, visando a sua utilização com feixes de raios X, qualidade radiodiagnóstico. A resposta do filme radiocrômico em função dose foi avaliada utilizando-se um scanner de reflexão e dois densitômetros óticos, um comum, utilizado para filmes radiográficos convencionais e outro específico para medidas de filmes radiocrômicos. Os resultados encontrados com os vários métodos de calibração avaliados não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, devido à facilidade de aquisição e de uso do densitômetro comum, concluiu-se que a determinação da dose em pacientes com esse densitômetro era uma opção prática.

Palavras-chave: dosimetria fotográfica; dosimetria; radiologia.

Abstract

This work presented the results of three methods of calibrating GAFCHROMIC XR-RV2 radiochromic film, in order to use it at diagnostic radiology x-ray beam qualities. The radiochromic film response as a function of dose was assessed by using a reflection scanner and two optical densitometers, a common one used for conventional radiographic films, and another one specifically developed to measure radiochromic films. The results of the various calibration methods did not show significant differences. Given the ease of use of the common densitometer, it was concluded that patient dose determination with this densitometer was a practical option.

Keywords: film dosimetry; dosimetry; radiology.

Introdução

A radiologia intervencionista é uma modalidade médica que vem sendo largamente utilizada, não apenas para diagnóstico, mas principalmente com finalidade terapêutica, evitando que o paciente seja submetido a um procedimento de maior risco como a cirurgia convencional.

A dose absorvida na região mais irradiada da pele de pacientes, submetidos a esses procedimentos, é a grandeza dosimétrica de maior relevância para a avaliação do risco de possíveis danos na pele. A avaliação por meio do produto kerma área (P_{KA}), apesar de ser um indicador da quantidade total de radiação incidente, é considerada inadequada para avaliação do risco de lesões uma vez que não fornece informação sobre a área da pele que foi mais irradiada^{1,2}.

Uma metodologia que vem sendo empregada para o mapeamento de dose na pele de pacientes utiliza filmes radiocrômicos. Esses filmes têm em sua composição polímeros que mudam a coloração em função da dose de

radiação recebida. Quando colocados em baixo do paciente, sobre a mesa de exames, produzem uma imagem fotográfica dos pontos irradiados que pode ser vista logo após o procedimento. É uma opção prática uma vez que, não necessitam de revelação. A dose recebida pelo filme pode ser estimada por comparação do grau de escurecimento do filme utilizando a fita de referência, fornecida pelo fabricante. Nessa fita, os valores das doses são fornecidos em faixas com intervalos de 2Gy, não permitindo maior detalhamento.

O objetivo desse estudo foi estabelecer uma metodologia para a calibração dos filmes radiocrômicos, visando obter uma relação matemática entre o grau de escurecimento do filme e a dose absorvida.

Material e métodos

Para este estudo foi utilizado o filme radiocrômico GAFCHROMIC XR-RV2, fabricado pela *International*



Figura 1. Tiras irradiadas com: 0 mGy (não irradiada); 150/ 500/ 1000/ 2000/ 3000/ 4000 e 5000 mGy, respectivamente.

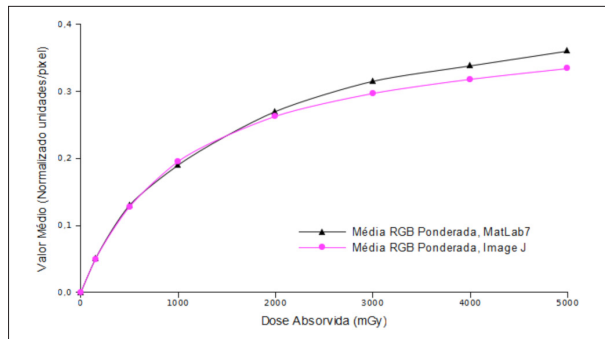


Figura 2. Valor médio por pixel, da intensidade da luz refletida das médias ponderadas, das componentes de cor nas imagens das tiras irradiadas.

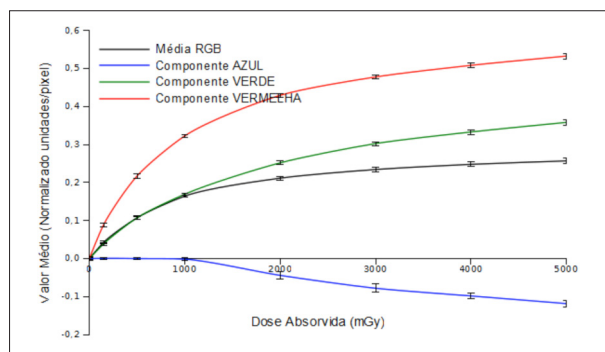


Figura 3. Valor médio por pixel da intensidade da luz refletida para cada componente de cor, nas imagens das tiras irradiadas, obtido com o software ImageJ.

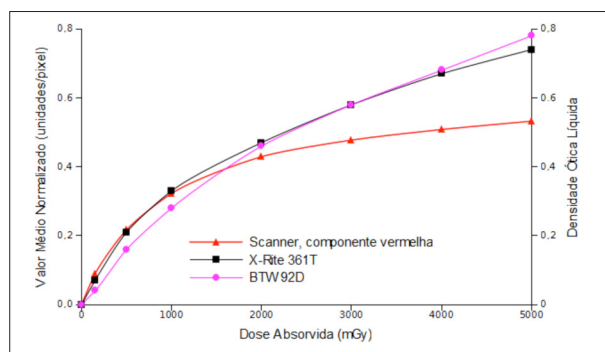


Figura 4. Curvas de calibração selecionadas.

Specialty Products, New Jersey-USA, o qual apresenta uma camada de 17 microns, sensível à radiação, depositada sobre uma superfície branca de poliéster de 97 μ m e coberta por uma camada protetora de 3 μ m e de um adesivo^{3,4}. Estes filmes foram desenvolvidos para medidas

na faixa de 0,01 a 50 Gy e tem dependência energética menor que 8% para energias de 30 keV a 40 MeV .

Para a calibração do filme GAFCHROMIC XR-RV2, foram preparadas oito tiras de 3 cm x 3 cm, as quais foram encapsuladas em sacos plásticos pretos, de modo a evitar o efeito da luz ambiental. Estas tiras foram irradiadas com feixes de raios X, com qualidade RQR 5 (tensão 70 kV/ filtração total 2,5 mmAl, 1ª CSR 2,35 mmAl) no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes, do Departamento de Energia Nuclear da UFPE. Cada tira do filme radiocrômico foi irradiada separadamente, com a face branca voltada para entrada do feixe de raios X, com doses entre 150 mGy a 5 Gy, determinadas com câmara de ionização previamente calibrada. A radiação altera a coloração do filme, conforme mostra a imagem das tiras irradiadas com doses na faixa de 0 a 5 Gy (Figura 1).

Após 24h da irradiação foram efetuadas as digitalizações das tiras utilizando o scanner comercial HP 3500C no modo RGB (*Red-Green-Blue*). Este scanner opera no modo reflexão. As imagens com 200dpi foram arquivadas em formato jpeg e foram analisadas com dois programas computacionais: o software IMAGEJ, de domínio publico, e um programa de processamento de imagens, desenvolvido utilizando o programa Matlab7. Em cada tira irradiada foram efetuadas análises em 5 áreas de modo a reduzir as influências das variações do filme e do sistema digital.

Os filmes também foram calibrados utilizando dois densitômetros ópticos: o X-Rite 361T, fabricado pela X-Rite Ltd, e o densitômetro FWT_92D, que operam no modo transmissão. É importante ressaltar que o densitômetro FWT 92D foi desenvolvido para medidas de dosímetros radiocrômicos, enquanto o X-rite 361T é um densitômetro comum utilizado para filmes radiográficos convencionais.

Resultados

A Figura 2 mostra os valores médios ponderados das componentes de cor RGB das imagens das tiras irradiadas em função de dose, no caso das imagens digitalizadas com o scanner e analisadas nos programas ImageJ e MatLab7. Na figura percebe-se que os programas de análise de imagens utilizados não apresentaram diferenças significativas. Contudo, optou-se por utilizar o software ImageJ porque ele apresenta mais recursos de processamento de imagens.

Com o software ImageJ, foi possível mostrar não só a média RGB das componentes de cor, mas também, a influência de cada componente separadamente (Figura 3).

A Figura 3 mostra que as curvas de calibração são dependentes do espectro de emissão da luz refletida, sendo a luz vermelha a que apresenta maior sensibilidade. Este resultado foi encontrado em outros trabalhos da literatura⁵. Observa-se também que a componente azul apresenta um comportamento inverso ao das outras componentes diminuindo sua intensidade com o aumento da dose.

A Figura 4 mostra os resultados das densidades óticas obtidos com o densitômetro FWT 92D e o

densitômetro X-Rite 361, comparados com os dados obtidos com a digitalização da imagem no scanner e análise da componente vermelha. Os dados mostram que os valores das densidades óticas obtidas com os dois densitômetros são similares, não apresentando diferença significativa. Observa-se também que a curva de calibração obtida com os densitômetros não apresenta a saturação encontrada com as medidas realizadas com o scanner, possibilitando a leitura em maiores faixas de doses. Contudo, foi descartada a utilização do BTW 92D devido a não praticidade em efetuar as medidas nos filmes de pacientes, uma vez que exigiria que os filmes fossem recortados em pequenos pedaços para serem lidos no equipamento.

A partir das curvas de calibração obtidas procurou-se analisar um filme radiocrômico que foi utilizado em um paciente submetido a um procedimento intervencionista cardíaco. A imagem do filme mostrando as áreas de escurecimento em função da dose está mostrada na Figura 5 em que estão indicados, por letras, os pontos nos quais foram efetuadas as leituras da densidade ótica para a determinação da dose com base nas curvas de calibração já obtidas.

Os parâmetros de irradiação foram: fluoroscopia pulsada 30 frames.s⁻¹; cinegrafia 15 frames.s⁻¹; 35 seqüências com 2069 imagens; tempo fluoroscopia 12,4min; projeções e magnificação mais utilizadas: (39°LAO/33°caudal) e (31°LAO/6°caudal) com magnificação 12.

A Tabela 1 mostra os resultados das doses estimadas nas regiões indicadas na Figura 5. Por razões já discutidas, não foram tomadas medidas com o densitômetro BTW 92D.

As diferenças entre os resultados encontrados com os vários métodos aplicados estão dentro das incertezas experimentais.

Discussão e conclusões

Os resultados mostram que a utilização de sistemas de digitalização comerciais é possível para a dosimetria com filmes radiocrômicos. Neste caso a análise das leituras das imagens deve ser efetuada com a componente vermelha, a fim de se obter maior sensibilidade. É importante assegurar a uniformidade de resposta do scanner como discute Paelinck e Wagter⁶.

Por outro lado, densitômetros de transmissão podem ser utilizados para o filme radiocrômico GAFCHROMIC XR-RV2, apresentando curvas de calibração com maior faixa de utilização do que no caso da digitalização com a luz vermelha. Uma provável explicação para a saturação observada na curva de calibração obtida com as imagens digitalizadas pode ser a reflexão da luz no filme devido à camada superficial que é brilhante e não devido à camada mais interna que é sensível à radiação. Desta forma, variações no grau de escurecimento do filme não afetam significativamente a luz refletida.

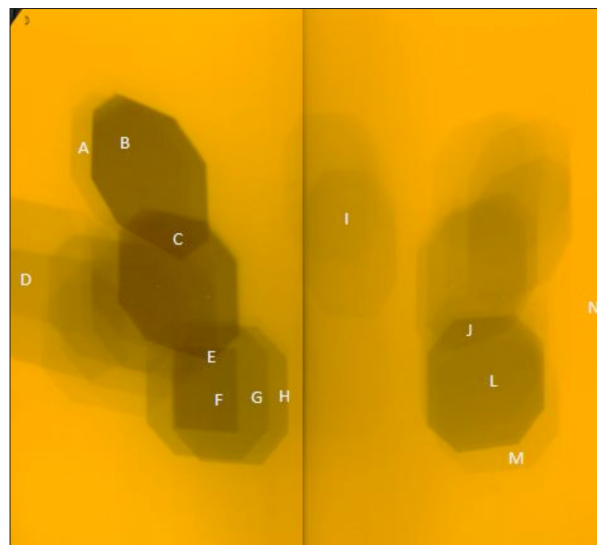


Figura 5. Imagem do filme utilizado em um procedimento intervencionista com a indicação dos pontos de medição.

Tabela 1. Dose Absorvida (Gray) estimada nas regiões indicadas na Figura 5 com base nas curvas de calibração

Local	Fita Fabricante	IMAGE J	MatLab7	X-Rite-361T
A	<0,5	0,25	0,25	0,34
B	2	1,61	1,47	1,81
C	4	3,24	2,80	3,54
D	0,5	0,31	0,35	0,46
E	4	3,58	3,14	3,54
F	2	1,74	1,65	1,97
G	1	1,03	1,12	1,26
H	0,5	0,63	0,71	0,65
I	<0,5	0,31	0,31	0,31
J	1	1,03	0,98	1,20
L	1	0,83	0,83	1,03
M	0,5	0,12	0,13	0,19
N	0	0,00	0,00	0,03

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo suporte financeiro para a realização do trabalho.

Referências

- Vano E, Gonzales L, Ten JI, Fernandez JM, Guibelalde E, Macaya C. Skin dose and dose-area product values for interventional cardiology procedures. *Br J Radiol.* 2001;74(877):48-55.
- van de Putte S, Verhaegen F, Taeymans Y, Thierens H. Correlation of patient skin doses in cardiac interventional radiology with dose-area product. *Br J Radiol.* 2000;73(869):504-13.
- International Specialty Products [internet]. Calibration Method for GAFCHROMIC XR-RV2. [acesso em 10 mar 2009]. Disponível em: http://online1.ispcorp.com/_layouts/Gafchromic/index.html.

4. International Specialty Products [internet]. GafChromic XR-RV2 dosimetry film: User Reference Guide for Visual Evaluation of Surface Peak Skin Dose Using a Comparator Strip. [acesso em 10 mar 2009]. Disponível em: http://online1.ispcorp.com/_layouts/Gafchromic/index.html.
5. Devic S, Seuntjens J, Hegyi G, Podgorsak EB, Soares CG, Kirov AS, et al. Dosimetric properties of improved GafChromic films for seven different digitizers. *Med. Phys.* 2004; 31:2392-2401.
6. Paelinck L, De Neve W, De Wagter C. Precautions and strategies in using a commercial flatbed scanner for radiochromic film dosimetry. *Phys Med Biol.* 2007;52(1):231-42.