

Calibracao de Camaras de Ionizacao em Campos Padroes de Mamografia

A. B. Guerra e L. V. E. Caldas
Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares
Comissao Nacional de Energia Nuclear
Caixa Postal 11049
05422-970, Sao Paulo, SP
Fone: (11) 3816-9117
Fax: (11) 3816-9118
abguerra@net.ipen.br; lcaldas@net.ipen.br

Resumo

Camaras de ionizacao com aplicacoes distintas foram calibradas em feixes especificos para mamografia com o intuito de verificar o seu comportamento em feixes padronizados. Foram calibradas camaras de ionizacao utilizadas em radiodiagnostico e radioterapia, alem de uma especifica para mamografia, concluindo-se que camaras nao especificas para feixes de mamografia devem ser evitadas em procedimentos de dosimetria neste tipo de radiacao.

Palavras chave: calibracao de instrumentos, raios X, camaras de ionizacao, mamografia

1 Introducao

A mamografia tem recebido atencao especial tanto por parte dos orgaos regulamentadores como parte dos profissionais envolvidos, passando por diversas mudancas e desenvolvimento tecnologicos. Isto tem contribu do para adequacao da legislacao brasileira pelo Ministerio da Saude, por meio da implantacao de programas de garantia de qualidade e a exigencia de laudos de avaliacao radiometrica pelas autoridades sanitarias¹. O uso de camaras de ionizacao especificas e calibradas em conformidade com campos padroes utilizados podem avaliar o seu uso inadequado, onde a exposicao dos pacientes e trabalhadores ocupacionalmente expostos a radiacao ionizante nao e detectada ou encontrase, aparentemente, dentro dos limites aceitaveis na legislacao em vigor.

Foram estabelecidos recentemente no Laboratorio de Calibracao de Instrumentos do IPEN os campos padroes de radiacao X^{2,3,4}, especificos para mamografia^{5,6}.

O objetivo deste trabalho foi verificar e assegurar a importancia da utilizacao de campos especificos para as camaras de ionizacao utilizadas em procedimentos de dosimetria em feixes de mamografia.

2 Materiais e Metodos

Foi utilizado um sistema de raios X (60 kV), Gerador *Rigaku Denki Co. Ltda*, tipo *Geigerflex* (potencial constante), acoplado a um tubo *Philips*, modelo PW2184/00 (janela de 1 mm de berlio e alvo de tungstenio), e com filtros de molibdenio com 99,99 % de pureza, para simular campos padroes de radiacao X, n vel mamografia. As camaras de ionizacao utilizadas, cada qual acoplada com seu eletrometro especifico, foram: duas camaras de placas paralelas: marca *Radcal Corporation*, modelo 10x5-180 (camaras 1 e 2) calibradas

para radiodiagnostico; duas camaras tipo dedal: marca *Radcal Corporation*, modelo 10x5-6 (camaras 3 e 4), calibradas para radioterapia; uma camara tipo superficial: marca *NE*, modelo 2536/3B, serie 171358, volume de 0,3 cm³ (camara 5); uma camara de placas paralelas marca *PTW* modelo 77334 (camara 6) e uma camara especifica para mamografia: marca *Radcal Corporation*, modelo 10x5-6M (camara 7).

Foi utilizada como sistema de referencia uma camara de ionizacao de placas paralelas (6cm³), especifica para mamografia, marca *Radcal Corporation*, modelo 10x5-6M, calibrada no Center for Devices and Radiological Health, Food and Drug Administration, EUA, com rastreabilidade ao National Institute of Standards and Technology.

3 Resultados e Discussoes

Foram inicialmente obtidos os fatores de calibracao para cada camara de ionizacao, corrigidos por interpolacao para as energias utilizadas em mamografia.

Os fatores de calibracao das camaras de ionizacao especificas para radiodiagnostico e radioterapia apresentam decrescimento nos seus valores em funcao do aumento da energia do feixe de radiacao, exceto no caso da camara de ionizacao especifica para mamografia, devido a sua dependencia energetica e por ela apropriada para o feixe de radiacao em questao.

Os resultados mostraram que para feixes de entrada (feixes que incidem na mama), todas as camaras de ionizacao apresentaram um comportamento decrescente dos seus fatores de calibracao em funcao do aumento da energia do feixe de radiacao, como pode ser visto na Tabela 1. Entretanto, para as medidas de feixes de sada (feixes que passaram pela mama e incidiram no receptor de imagem), onde era esperado um comportamento crescente dos fatores de calibracao em funcao do aumento da energia do feixe de radiacao, verificou-se que os fatores de calibracao das camaras de ionizacao especificas para radiodiagnostico e radioterapia continuaram a apresentar um decrescimento em funcao do aumento da energia do feixe de radiacao, como mostrado na Tabela 2. A incerteza associada maxima destas medidas foi de 3,2 %.

Tabela 1: Fatores de calibracao das camaras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 para feixes de radiacao X de entrada, n vel mamografia, com filtracao adicional de 0,06 mm Mo.

Qualidade da Radiacao	Parametros Operacionais		Fator de Calibracao (mR/u.e.)*						
	CSR (mmAl)	Energia Efetiva (keV)	1	2	3	4	5	6	7
RXM20	0,28	13,6	1,282	1,263	1,070	1,064	1,010	1,022	1,051
RXM23	0,32	14,8	1,241	1,227	1,050	1,043	0,995	1,019	1,037
RXM25	0,33	15,1	1,229	1,218	1,042	1,038	0,991	1,017	1,033
RXM28	0,34	15,3	1,222	1,212	1,040	1,035	0,989	1,015	1,031
RXM30	0,35	15,6	1,213	1,203	1,032	1,032	0,985	1,012	1,027
RXM32	0,37	16,0	1,203	1,187	1,027	1,026	0,980	1,008	1,021
RXM35	0,38	16,2	1,193	1,180	1,023	1,020	0,978	1,007	1,019

* Foram utilizadas as unidades dos monitores.

Tabela 2: Fatores de calibracao das camaras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 para feixes de radiacao X de sa da, n vel mamografia, com filtracao adicional de 0,06 mm Mo e 2 mm Al.

Qualidade da Radiacao	Parametros Operacionais		Fator de Calibracao (mR/u.e.)*						
	CSR (mmAl)	Energia Efetiva (keV)	1	2	3	4	5	6	7
RXM20x	0,52	18,5	1,130	1,115	0,993	0,987	0,915	0,984	0,923
RXM23x	0,56	18,7	1,104	1,100	0,978	0,978	0,914	0,986	0,946
RXM25x	0,58	18,8	1,093	1,089	0,976	0,969	0,912	0,987	0,956
RXM28x	0,61	19,0	1,083	1,080	0,974	0,968	0,911	0,990	0,986
RXM30x	0,67	19,5	1,078	1,077	0,970	0,955	0,909	0,995	1,011
RXM32x	0,70	19,7	1,077	1,074	0,961	0,953	0,906	0,995	1,020
RXM35x	0,86	21,6	1,058	1,057	0,948	0,948	0,905	0,998	1,036

* Foram utilizadas as unidades dos monitores.

4 Conclusoes

Comparando-se os resultados obtidos para os fatores de calibracao verifica-se que as camaras de ionizacao que nao sao especificas para mamografia, apesar de calibradas em feixes padroes para mamografia, nao apresentam o comportamento esperado para sua utilizacao neste tipo de feixes de radiacao X. Alem disso, as variacoes percentuais entre os fatores de calibracao chegam a 14,5 %. Variacoes superiores a 10 % sao inaceitaveis por causarem uma variacao superior a 10 % nas medidas de dose^{7,8}. A recomendacao para a variacao maxima entre fatores de calibracao e que nao seja superior a 7,5 %.

Verifica-se tambem que as camaras de ionizacao especificas para mamografia, como no caso das camaras 6 e 7, apresentam o comportamento esperado para as qualidades de mamografia. Comparando-se as camaras de ionizacao de referencia 5 e a camara de ionizacao 7, identicas, os seus fatores de calibracao tambem seguem o comportamento esperado, ou seja, apresentam decrescimo de seus valores para feixes de entrada e acrescimo para feixes de sa da, em funcao da energia da radiacao. A variacao percentual maxima entre as respostas das camaras de ionizacao de referencia 5 e 7 foi de apenas 3,5 % e 6,1 %, para 20 kV, feixes de entrada e sa da, respectivamente.

Portanto, conclui-se que nao e recomendado, em procedimentos de dosimetria com feixes de mamografia, o uso de camaras de ionizacao que nao sejam calibradas em feixes especificos para sua utilizacao.

Este fato comprova a necessidade da implantacao do sistema de calibracao especifico para mamografia, visto que seu espectro difere significativamente dos feixes de radioterapia, radiodiagnostico e radioprotecao, transferindo esta diferenca aos fatores de calibracao. Esta diferenca nos fatores de calibracao pode implicar em erros significativos nas medidas em feixes de mamografia e conclusoes erroneas quanto as doses absorvidas.

Agradecimentos

As autoras agradecem o suporte financeiro a Fundacao de Amparo a Pesquisa do Estado de Sao Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico (CNPq).

Abstract

Ionization chambers of different applications (radiotherapy and diagnostic radiology) were calibrated in mammographic standard radiation beams. The results obtained show that ionization chambers not specific for mammography should be avoided for dosimetric procedures of this kind of radiation.

Referencias

- ¹ Ministerio da Saude, Portaria da Secretaria de Vigilancia Sanitaria n° 453. Diretrizes de Protecao Radiologica em Radiodiagnostico Medico e Odontologico. Diario Oficial da Uniao, Bras lia, 02 de junho de 1998.
- ² A.B. Guerra e L.V.E. Caldas, "Controle de estabilidade em camaras de ionizacao", 30ª Jornada Paulista de Radiologia, Rev. Imagem **22**, 1777,(2000).
- ³ A.B. Guerra e L.V.E. Caldas, "Determinacao da filtracao necessaria para simulacao de campos padroes de raios X, n vel mamografia". Anais ... V Congresso do Encontro Nacional de Aplicacoes Nucleares (ENAN), (Outubro 2000), CD-ROM.
- ⁴ A.B. Guerra e L.V.E. Caldas, "Caracterizacao de campos padroes para calibracao de instrumentos, n vel mamografia" - Proceedings ...The Brazilian Congress of Metrology, 311-319, (Dezembro 2000), CD-ROM.
- ⁵ FDA, "Radiation metrology research in ionizing radiation metrology", Annual Report - Office of Science and Technology - FDA, USA: (1996).
- ⁶ F. Cerra, F. "Application of mammography beams at the FDA" CIRMS Measurements for Diagnostic Radiology Applications, Nashville, (1999).
- ⁷ M.C. Lepy; J.L. Campbell; J.M. Laborie; J. Plagnard; P. Stemmler; W.J. Teesdale; experimental characterization of low-energy X-ray semiconductor detectors, Nucl. Instr. and Meth. **A422**, 428-432, (1999).
- ⁸ P. Alari; B.J. Gerbi; R.A. Geise, Evaluation of a model-based treatment planning system for dose computations in the kilovoltage energy range, Med. Phys. **27(12)**, 2824-2826, (2000).