

Artigo Original

CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE ATIVIDADE NO IPEN

A. M. da Costa^{1,2} e L. V. E. Caldas¹

¹Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear,
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, São Paulo – SP

²Departamento de Física e Matemática, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de
Ribeirão Preto – USP, Av. Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto – SP

E-mail: amcosta@usp.br

Recebido em 25 de janeiro de 2005; aceito em 25 de fevereiro de 2005.

Resumo

O objetivo deste trabalho consistiu na realização de calibração de doze medidores de atividade comerciais a fim de se avaliar a exatidão das medições com estes instrumentos. A calibração dos equipamentos foi indireta, com fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente e um instrumento de referência do tipo padrão de trabalho. Foi aplicado o teste de linearidade nos instrumentos a serem calibrados além do teste de geometria. Utilizando-se o limite de aceitação ($\pm 10\%$) da norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para medições de atividade em Serviços de Medicina Nuclear, os resultados da calibração mostraram-se satisfatórios. Embora não exigida pela norma CNEN, a calibração dos medidores de atividade deve ser realizada com fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente.

Palavras-chave: Medicina nuclear. Controle da qualidade. Medidor de atividade. Calibração. Intercomparação.

Abstract

The aim of this work was to perform the calibration tests of twelve commercial dose calibrators utilized in nuclear medicine in order to improve the accuracy of the activity measurements. The instruments were calibrated by comparison with a reference instrument (indirect calibration), with clinically used radionuclides. The linearity of response versus sample activity and sample volume effects were evaluated. The results show agreement with the acceptance limits recommended by the Brazilian norm. Although not required by the national norm, the calibration of dose calibrators should be performed with radionuclides for clinical use.

Keywords: Nuclear medicine. Quality control. Dose calibrator. Calibration. Intercomparison.

Introdução

Um medidor de atividade em um Serviço de Medicina Nuclear (SMN) é essencialmente uma câmara de ionização do tipo poço que é utilizada para determinação de atividades relativamente altas (na faixa de MBq) de radionuclídeos emissores de raios

gama. Este instrumento é utilizado para determinar ou verificar a atividade de eluições de geradores, a atividade que será administrada a um paciente e a atividade de radionuclídeos recebidos pelo SMN dos laboratórios onde foram produzidos.

Trabalhos recentes (Iwahara *et al* 2001, Iwahara *et al* 2002, Joseph *et al* 2003, Oropesa *et al* 2003) indicam que é cada vez maior a necessidade da implementação de um programa de controle da qualidade dos medidores de atividade nos Serviços de Medicina Nuclear, particularmente no Brasil e em outros países em desenvolvimento. Um programa de controle da qualidade inclui os testes de calibração destes instrumentos. O objetivo deste trabalho consistiu na realização de calibração de doze medidores de atividade comerciais a fim de se avaliar a exatidão das medições com estes instrumentos.

Como a resposta destes medidores de atividade está sujeita a efeitos do volume da amostra, foi avaliada a variação da atividade medida em função do volume da amostra, mantendo-se a quantidade de material radioativo presente (teste de geometria).

Também foi aplicado o teste de linearidade nos instrumentos a serem calibrados para se avaliar se a resposta era linear em todo o intervalo de atividade em que o instrumento é utilizado.

Materiais e Métodos

A calibração dos equipamentos foi indireta, com fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente e um instrumento de referência do tipo padrão de trabalho. Na calibração indireta, as leituras do instrumento a ser calibrado e do instrumento de referência são comparadas pela introdução de uma mesma fonte sob condições idênticas de medição no poço de cada uma das câmaras.

As fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente foram fornecidas pelo Centro de Radiofarmácia do IPEN em recipientes do tipo “frasco de penicilina” de 20 mL com 10 mL de solução.

4 Costa e Caldas: Calibração de medidores de atividade no IPEN

O instrumento de referência foi o medidor de atividade comercial desenvolvido no Instituto de Engenharia Nuclear, CNEN, Rio de Janeiro, calibrado diretamente no Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN utilizando soluções padronizadas, com emissão de certificados de calibração, do Laboratório de Metrologia Nuclear do IPEN (Costa and Caldas 2003).

A incerteza padrão do tipo A nas atividades medidas nos instrumentos sob teste foi determinada pelo desvio padrão do valor médio das leituras e a incerteza padrão do tipo B foi determinada pelo desvio entre a média das leituras e a atividade medida no instrumento de referência. A incerteza padrão combinada foi determinada pela raiz quadrada da soma dos quadrados das incertezas tipo A e tipo B. Adotou-se a incerteza padrão relativa de 5% nas atividades medidas no instrumento de referência. A incerteza padrão combinada nas razões entre os valores das atividades medidas no instrumento de referência e os valores das atividades medidas no instrumento sob teste foi obtida por propagação de incertezas.

Para o teste de linearidade, os procedimentos para a obtenção das medições assim como os métodos de análise dos resultados foram baseados em uma publicação da Internacional Atomic Energy Agency (IAEA 1991). O limite de aceitação foi baseado na recomendação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN 1996).

Os procedimentos para a obtenção das medições, os métodos de análise dos resultados e o limite de aceitação para o teste de geometria foram baseados nas recomendações do American College of Nuclear Physicians (Paras *et al* 1986).

Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados da calibração de doze medidores de atividade com soluções de radionuclídeos utilizados clinicamente. Estes resultados são

representados pelas razões entre os valores das atividades medidas no instrumento de referência e os valores das atividades medidas no instrumento sob teste.

Utilizando-se o limite de aceitação ($\pm 10\%$) da norma CNEN que estabelece os requisitos de radioproteção e segurança para os Serviços de Medicina Nuclear (CNEN 1996), os resultados mostram que somente a calibração utilizando-se uma fonte do radionuclídeo I-123 não mostrou um desempenho aceitável. Em todos os instrumentos em que a fonte de I-123 foi medida, os valores de atividade foram superestimados com relação ao valor medido no padrão de trabalho. Isto ocorre devido ao fato de o padrão de trabalho ter sido calibrado com uma amostra de I-123 com impureza (I-124). Assim, o sistema de referência deverá ser recalibrado diretamente utilizando uma solução padronizada pura de I-123.

Tabela 1 - Razões entre os valores das atividades medidas no instrumento de referência (A_R) e os valores das atividades medidas no instrumento sob teste (A_T) para fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente. O número entre parênteses é o valor numérico da incerteza padrão combinada referido aos últimos dígitos correspondentes do resultado mencionado.

Instru- mento	A_R/A_T						
	F-18	Cr-51	Ga-67	I-123	I-131	Sm-153	Tl-201
A	-	-	0,98(5)	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	0,90(10)	-
C	-	-	-	-	1,09(11)	-	-
D	-	-	-	-	-	-	0,95(7)
E	-	-	-	0,79(17)	-	-	-
F	-	-	-	-	0,98(5)	-	-
G	-	0,92(8)	1,00(5)	0,80(17)	0,98(5)	0,93(8)	0,92(9)
H	1,00(5)	0,92(9)	0,99(5)	0,79(17)	0,98(5)	0,95(7)	0,91(9)
I	1,02(6)	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	0,96(6)	-	-
L	1,01(5)	-	-	-	0,98(5)	-	-
M	0,97(6)	-	-	0,79(17)	-	-	-

6 Costa e Caldas: Calibração de medidores de atividade no IPEN

Com relação ao teste de linearidade, nenhuma medição individual de atividade divergiu do limite de aceitação recomendado de $\pm 20\%$ (CNEN 1996), o que indica que a resposta dos instrumentos é linear em toda a faixa de atividade em que o teste foi realizado.

Todos os instrumentos apresentaram uma pequena dependência geométrica, embora satisfazendo o limite de aceitação de $\pm 10\%$ estabelecido para o teste de geometria (Paras *et al* 1986). As leituras obtidas com 10 mL de solução foram selecionadas como referência.

Conclusões e Recomendações

Foram calibrados doze medidores de atividade com soluções de radionuclídeos utilizados clinicamente mostrando a exatidão das medições feitas com estes instrumentos. Embora não exigida pela norma CNEN de 1996, a calibração dos medidores de atividade deve ser realizada com fontes de radionuclídeos utilizados clinicamente. Esta verificação da calibração ou recalibração dos instrumentos também pode ser feita por meio de intercomparações (Iwahara *et al* 2001, Iwahara *et al* 2002, Joseph *et al* 2003, Oropesa *et al* 2003). Atualmente a norma CNEN exige somente a realização do teste de exatidão com fontes padrões de referência de Co-57 e Ba-133 e não diretamente com fontes de radionuclídeos significantes clinicamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro parcial.

Referências

Comissão Nacional de Energia Nuclear (1996). *CNEN-NE-3.05:1996 Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear*. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro.

Costa, A. M. and Caldas, L. V. E. (2003). Intercomparação e calibração de medidores de atividade utilizados em serviços de medicina nuclear. *Radiol. Bras.* 36(5), p. 293-297.

International Atomic Energy Agency (1991). *IAEA-TECDOC-602: Quality control of nuclear medicine instruments*. International Atomic Energy Agency, Vienna.

Iwahara, A., de Oliveira, A. E., Tauhata, L., da Silva, C. J. and Lopes, R. T. (2001). Intercomparison of ^{131}I and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ activity measurements in Brazilian nuclear medicine services. *Appl. Radiat. Isot.* 54(3), p. 489-496.

Iwahara, A., de Oliveira, A. E., Tauhata, L., da Silva, C. J., da Silva, C. P. G., Braghirolli, A. M. S. and Lopes, R. T. (2002). Performance of dose calibrators in Brazilian hospitals for activity measurements. *Appl. Radiat. Isot.* 56(1-2), p. 361-367.

Joseph, L., Anuradha, R., Nathuram, R., Shaha, V. V. and Abani, M. C. (2003). National intercomparisons of ^{131}I radioactivity measurements in nuclear medicine centres in India. *Appl. Radiat. Isot.* 59(5-6), p. 359-362.

Oropesa, P., Hernández, A. T., Serra, R., Martínez, E. and Varela, C. (2003). Comparisons of activity measurements with radionuclide calibrators. *Appl. Radiat. Isot.* 59(5-6), p. 383-387.

8 Costa e Caldas: Calibração de medidores de atividade no IPEN

Paras, P., Harris, C. C., Benua, R. S., Brill, A. B., Brown, M. L., Croft, B. Y., Lull, R. L. and Wiley, A. L. (1986). Initial testing and quality control for radionuclide dose calibrators. *Nucl. Med. Commun.* 7, p. 555-565.