

Análise crítica do posicionamento de um sistema de monitoramento de acelerador Cíclotron

Critical analysis of the positioning of monitoring system of the cyclotron accelerator

Julia A. Gonzalez¹, Bruno M. Pássaro¹, Maria Inês C. C. Guimarães¹, Carlos A. Buchpiguel¹ e Heber S. Videira²

¹Centro de Medicina Nuclear do Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InRad HCFMUSP) – São Paulo (SP), Brasil.
²CYCLOPET Radiofármacos LTDA – Curitiba (PR), Brasil.

Resumo

Desde que surgiram as primeiras preocupações com a possibilidade de as radiações ionizantes induzirem detrimientos à saúde humana, apareceram os métodos de produção, caracterização e medição da radiação, bem como de definição de grandezas que expressassem com realismo a sua interação com o tecido humano. A partir dessa questão, o programa de monitoração da instalação de um cíclotron deve ser realizado continuamente, além de conter os pontos críticos de contaminação de acordo com a norma CNEN N.E. 3.02 - Serviço de Radioproteção, para evitar as contaminações radioativas e manter as taxas de exposição tão baixas quanto razoavelmente exequíveis. Os resultados obtidos durante as análises mostraram que o posicionamento dos monitores é adequado, exceto os monitores do laboratório de controle físico-químico que foram instalados ao lado da capela de manipulação e embaixo do calibrador de dose. A leitura obtida no sistema de monitoração na posição em que se encontra a câmara de ionização da porta do *bunker* deve ser levada em consideração, pois a intensidade da radiação emitida pela ativação dos alvos é ligeiramente atenuada pelo cíclotron.

Palavras-chave: proteção radiológica, medicina nuclear, cíclotron, detectores.

Abstract

Ever since the first concerns arose about the possibility that the ionizing radiation induced detriment to human health, were created the methods of production, characterization and measurement of radiation, as well as definition of quantities that realistically express its interaction with human tissue. From this point, the monitoring program of the installation of a cyclotron must be continuously performed and contain the critical points of contamination according to the CNEN standard N.E. 3.02 - Radioprotection Service to avoid contamination and maintain radioactive exposure rates as low as reasonably achievable. The results obtained during the analysis showed that the positioning of monitors is suitable, except for the physico-chemical control laboratory monitors, which were installed next to the chapel of manipulation and below the dose calibrator. The answer obtained from the monitoring system in the position that the ionization chamber is in the door of the bunker should be taken into account, because the intensity of radiation emitted by the activation of the targets is slightly attenuated by the cyclotron.

Keywords: radiation protection, nuclear medicine, radiation oncology, instrumentation.

Introdução

O objetivo maior da radioproteção é evitar a exposição desnecessária do indivíduo à radiação ionizante. Para isso, as normas básicas devem ser obedecidas a fim de se reduzir a exposição externa e evitar tanto a contaminação como a incorporação de material radioativo, seja por inalação ou ingestão.

Para tal finalidade, qualquer exposição à radiação deve ser otimizada, ou seja, deve ser tão baixa quanto razoavelmente

exequível^{1,2}. Por isso, deve existir um programa de monitoração contínua de acordo com a norma CNEN N.E. 3.02 - Serviço de Radioproteção³, o qual deve conter os pontos críticos de contaminação para tal exposição, cumprindo assim com o princípio ALARA. O objetivo desse trabalho foi analisar o posicionamento dos monitores que compõem o sistema de monitoramento dos níveis de radiação do Centro Integrado de Produção de Radiofármacos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Autor correspondente: Heber S. Videira – Cyclopet Radiofármacos – Rua Cezinando Dias Paredes, 367 – CEP: 81730-090 – Curitiba (PR), Brasil – E-mail: heber@cyclopet.com.br

Material e Métodos

Na execução deste trabalho, foi utilizado um sistema de Monitoramento Radiológico da Medismarts composto por sete monitores fixos Geiger-Müller Rotem GM-42 Model BAK-1210, duas câmaras de ionização fixas da Rotem model IC-10-02 e um detector a cintilação fixo da Rotem Modelo PM-11-M, fonte-padrão de Cs-137 da North American Scientific.

Verificou-se inicialmente a condição da radiação de fundo medida por detector. Logo depois, colocou-se a fonte-padrão próxima aos monitores de radiação e mediram-se as respectivas taxas de dose.

Para a análise do posicionamento das câmaras de ionização dentro do *bunker*, em um primeiro momento, preparou-se o ciclotron para uma irradiação de cinco minutos com 10 mA com o alvo H₂O (16). Após a irradiação, realizou-se a medida da taxa de dose em diferentes posições, como na posição da câmara de ionização da porta, no centro da porta do *bunker*, a três metros do alvo, na posição de manipulação do alvo e no alvo.

Para a análise do sistema de monitoração da exaustão, preparou-se o ciclotron para uma irradiação de 10 minutos com 25 mA com o alvo H₂O (16). Durante a irradiação, foram realizadas medidas da taxa de dose e as contagens de partículas por segundo.

Resultados

A Tabela 1 mostra os níveis de radiação obtidos a partir da fonte-padrão.

A Tabela 2 mostra os níveis de radiação medidos em diferentes posições dentro do *bunker* após a irradiação.

A Tabela 3 mostra a análise do sistema de monitoração da exaustão.

Conclusão

Os resultados obtidos durante as análises mostraram que os monitores estão em condições de uso, com exceção da câmara de ionização da linha externa que apresentou um defeito. A câmara da linha externa está posicionada

Tabela 1. Análise da condição dos monitores de radiação.

Código	Posição	Background (μSv/h)	Taxa de dose (μSv/h)
GM-01	Ciclotron externo	0,2	359,0±89,8
GM-02	Pesquisa	0,3	338±84,5
GM-03	Paramentação	0,1	336±84,0
GM-04	Físico-químico	0,0	330±82,5
GM-05	Produção	0,0	481±120,3
GM-06	Expedição	0,0	325±81,3
GM-07	Chaminé	0,1	350±87,5
IC-01	BeamLine	Error	–
IC-02	Ciclotron interno	0,0	123±30,75

Tabela 2. Análise do posicionamento das câmaras de ionização.

Código	Posição	Background (μSv/h)	Posição da medida (m)	Taxa de dose (μSv/h)
IC-01	BeamLine (Interno)	Error	No detector (3,2)	3,0±0,1
			No centro da porta	5,0±0,1
			A 3 m da direção da porta	75,0±1,5
IC-02	Ciclotron interno/ porta do <i>bunker</i>	0,3	Na posição de manipulação do alvo	800,0±16,0
			No alvo	10000,0±200,0

Tabela 3. Análise do sistema de monitoração da exaustão.

Código	Posição do detector	Background (μSv/h)	Fluxo de ar (m ³ /s)	Taxa de dose média (μSv/h)
GM-07	Chaminé 1	0,1	0,32	0,2
Cintilador		26,5 cont/s		41,4 cont/s
GM-07	Chaminé 2	0,1	3,2	0,1
Cintilador		26,5 cont/s		32,5 cont/s

adequadamente, assim como os outros detectores da instalação, exceto os monitores do laboratório de controle físico-químico, que foram instalados ao lado da capela de manipulação e embaixo do calibrador de dose.

A leitura obtida no sistema de monitoração na posição em que se encontra a câmara de ionização da porta do *bunker* deve ser levada em consideração, pois a intensidade da radiação emitida pela ativação dos alvos é ligeiramente atenuada pelo ciclotron. Isso implica a determinação de um nível de taxa de dose a partir do procedimento que resultou nos valores da Tabela 2 para permitir a abertura da porta do *bunker*.

O estudo realizado com o sistema de exaustão apresentou um erro no projeto, o qual era evidente, pois existiam duas saídas. Foi então sugerida a união das duas em uma para que houvesse um único caminho para a liberação do efluente radioativo, desde que dentro dos limites estabelecidos.

Referências

- Podgorsak EB. Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students. Vienna: IAEA; 2005.
- Tauhata L, Salati IPA, Prinzi MAR Di. Radioproteção e dosimetria: Fundamentos (5ª revisão). Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear – Instituto de Radioproteção e Dosimetria (CNEN-IRD); 2003.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear. CNEN N.E. 3.02 - Serviço de Radioproteção. Brasil: Comissão Nacional de Energia Nuclear; 1988.