

Comparação entre os protocolos IAEA/TRS-277 e IAEA/TRS-398 para dosimetria em feixes de elétrons com câmaras de ionização cilíndricas.

R. S. Souza¹, M. J. Anjos²

¹Instituto Nacional de Câncer (INCA/MS), Rio de Janeiro, Brasil

²Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IF/UERJ), Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Com a finalidade de garantir uma dosimetria com uma incerteza de $\pm 3\%$ em radioterapia, a Agência Internacional de Energia Atômica publicou, em 1987, o protocolo TRS nº 277 – “Determinação da Dose Absorvida em Feixes de Fótons e Elétrons – Um código de Prática Internacional”, que foi atualizado em 1997, quando foi lançada uma segunda edição. Em 2000, foi lançado o TRS nº 398 – “Determinação da Dose Absorvida em Radioterapia de Feixes Externos - Um código de Prática Internacional Para Dosimetria Baseada em Padrões de Dose Absorvida na Água”. O TRS nº 398 trouxe uma mudança conceitual bastante grande em relação ao formalismo, que passou a ser baseado no fator de calibração em termos de dose absorvida na água e não mais em termos de kerma no ar.

Com o lançamento do TRS nº 398, os Laboratórios de Dosimetria Padrão Secundários passaram a calibrar as câmaras de ionização dos usuários em termos de dose absorvida na água. Porém, nem todas as clínicas do Rio de Janeiro e do Brasil possuem suas câmaras calibradas em termos de dose absorvida na água. O Instituto Nacional de Câncer, onde foram realizadas as medidas, foi a primeira instituição no Rio de Janeiro a ter suas câmaras de ionização calibradas em termos do novo formalismo.

O presente trabalho descreve uma comparação entre dosimetrias feitas com uma câmara de ionização cilíndrica em feixes de elétrons utilizando os formalismos dos protocolos TRS nº 277 e TRS nº 398, apresentando a variação na incerteza da dosimetria associada a cada um desses protocolos.

Palavras chaves: Aceleradores Lineares, Feixes de Elétrons, Câmaras de Ionização Cilíndricas, Protocolos de Dosimetria, Controle de Qualidade em Radioterapia.

Introdução

No tratamento das neoplasias malignas (câncer) com radiação ionizante (radioterapia), são utilizados, dentre outros equipamentos, aceleradores clínicos de elétrons.

Para se ter certeza de que o paciente está recebendo a dose correta prescrita pelo radioterapeuta, é preciso garantir que o acelerador esteja produzindo um feixe de radiação conforme especificado, pois o sucesso do tratamento pode depender da exatidão com a qual a dose prescrita é realmente aplicada. De acordo com a recomendação da Comissão Internacional de Medidas e Unidades de Radiação (ICRU – International Commission on Radiation Units and Measurements), através de seu relatório nº 24 [1], a incerteza total do tratamento deve ser de $\pm 5\%$, incluídos aí, a incerteza na dosimetria, no planejamento e no posicionamento do paciente no momento da irradiação. Por esse motivo são realizadas dosimetrias frequentemente, que seguem protocolos estabelecidos, nacionais ou internacionais. O Brasil não possui protocolo próprio, e segue os protocolos da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA – International Atomic Energy Agency), que é um órgão da ONU – Organização das Nações Unidas.

A Agência Internacional de Energia Atômica vem, desde 1970, publicando os seus protocolos de dosimetria (Technical Reports Series - TRS). O primeiro, publicado em 1970, foi o TRS nº 110 – “Manual de Dosimetria em Radioterapia”, elaborado por John B. Masey [2]. Em 1987 foi publicado o TRS nº 277 - “Determinação da Dose Absorvida em Feixes de Fótons e Elétrons – Um Código de Prática Internacional” [3], que foi atualizado em 1997, quando foi

lançada uma segunda edição. Ainda em 1997 foi publicado o TRS nº 381 – “Uso de Câmaras de Ionização de Placas Paralelas em Feixes de Fótons e Elétrons de Alta Energia – Um Código de Prática Internacional para Dosimetria” [4], que complementava o TRS nº 277, introduzindo as recomendações para dosimetria com câmaras de ionização de placas paralelas. Em 2000 foi lançado o TRS nº 398 – “Determinação da Dose Absorvida em radioterapia de Feixes Externos – Um Código de Prática Internacional para Dosimetria Baseada em Padrões de Dose Absorvida na Água” [5], mais completo que os protocolos anteriores, pois além de recomendações para dosimetria de elétrons e fótons de alta energia (1 MeV a 50 MeV), raios gama de Co^{60} , raios X de baixa (até 80 keV a 100 keV) e média energia (100 keV a 1 MeV), introduziu também as recomendações para dosimetria de prótons e íons pesados. Uma mudança conceitual bastante grande foi em relação ao formalismo que passou a ser baseado no fator de calibração em termos de dose absorvida na água e não mais em termos de kerma no ar.

As constantes revisões e atualizações dos protocolos fazem com que as incertezas nas medições sejam diminuídas e que se tenha uma dosimetria mais precisa, pois introduzem a utilização de novas tecnologias e de novos procedimentos que superam as limitações dos protocolos anteriores.

Como o novo protocolo foi lançado em 2000 e a base de seu formalismo mudou do fator de calibração em termos de kerma no ar para dose absorvida na água, os Laboratórios de Dosimetria Padrão Secundários estão calibrando as câmaras de ionização dos usuários em termos de dose absorvida na água.

Porém, nem todas as clínicas do Rio de Janeiro e do Brasil já têm suas câmaras calibradas em termos de dose absorvida na água. O Instituto Nacional de Câncer, onde foram realizadas as medidas, foi a primeira instituição no Rio de Janeiro a ter suas câmaras de ionização calibradas em termos do novo formalismo.

O objetivo do presente trabalho é comparar medidas dosimétricas feitas com uma câmara de ionização cilíndrica em feixes de elétrons com base nos protocolos TRS nº 277 e TRS nº 398, verificando assim qual a variação na incerteza da dosimetria associada a cada um dos protocolos.

Método

As medidas foram feitas no acelerador linear Clinac 2300CD da Varian Medical Systems instalado no INCA e foram utilizadas uma câmara de ionização cilíndrica tipo farmer de $0,6 \text{ cm}^3$, um fantoma de água $30 \times 30 \times 40 \text{ cm}^3$ e um eletrômetro Keithley modelo 35040.

Primeiramente realizou-se a dosimetria baseando-se no TRS nº 277 e em seguida no TRS nº 398. As medidas foram feitas para as energias de 12, 16 e 20 MeV. Utilizou-se a DFS de 100 cm e 100 unidades de monitor (UM) a uma taxa de 400 UM/min. Para as energias de 12 e 16 MeV, utilizou-se o campo $10 \times 10 \text{ cm}^2$, para ambos os protocolos e, para a energia de 20 MeV, utilizou-se o campo $15 \times 15 \text{ cm}^2$ para o TRS nº 277 e o campo $20 \times 20 \text{ cm}^2$ para o TRS nº 398.

Resultados

Os valores encontrados para fator de calibração do acelerador, para cada energia, foram comparados com os valores praticados no INCA, encontrando-se em boa concordância, o que valida os resultados obtidos.

Os valores encontrados nas dosimetrias realizadas com os dois protocolos diferem em: 0,08 % para o feixe de 12 MeV, 0,33 % para o feixe de 16 MeV e 3,1 % para o feixe de 20 MeV.

Discussão

O protocolo TRS nº 277 fornece como incerteza combinada das diferentes grandezas físicas ou dos procedimentos, o valor de 3,7 % para a dosimetria de elétrons, sem contar a incerteza da calibração da câmara que é de 1 %. Já o TRS nº 398 fornece uma incerteza relativa estimada, para a dose na água na profundidade de referência (para uma câmara cilíndrica calibrada em feixe de raios gama de Co-60), de 1,6 %. Esse valor para a incerteza já inclui a incerteza na calibração da câmara. Isso representa uma diminuição muito grande da incerteza de um protocolo para outro.

Comparando-se os valores obtidos com os valores praticados no INCA tem-se uma diferença de 3,2 % para a energia de 12 MeV, de 1,5 % para a energia de 16 MeV e de 0,3 % para a energia de 20 MeV com o protocolo TRS nº 277; de 3,1 % para a energia de 12 MeV, de 1,2 % para a energia de 16 MeV e de 1,2 % para a energia de 20 MeV com o protocolo TRS nº 398, o que é suficiente para validar os resultados obtidos neste trabalho, pois os valores medidos estão em boa concordância com os praticados.

Uma vez validados os resultados, passamos a comparar os valores obtidos nas dosimetrias realizadas com cada protocolo. Esses valores diferem em 0,08 % para o feixe de 12 MeV, em 0,33 % para o feixe de 16 MeV e em 3,1 % para o feixe de 20 MeV.

A diferença de 3,1 % é provável que esteja ligada à escolha do tamanho de campo $20 \times 20 \text{ cm}^2$, que diferiu na obtenção das medidas de um protocolo para outro. No entanto, aplicando a correção pelo FAC, para normalizarmos os fatores de calibração do acelerador para a energia de 20 MeV para o campo $10 \times 10 \text{ cm}^2$, temos que, a diferença entre os dois protocolos cai para 1,5 %.

Conclusões

Assim, é possível concluir que, a utilização de um protocolo ou de outro para a dosimetria de elétrons com câmara de ionização cilíndrica, é indiferente do ponto de vista da variação na medida da dose e, por conseguinte, da variação na obtenção do fator de calibração para o acelerador. Porém, considerando os procedimentos e grandezas físicas utilizadas, o protocolo TRS nº 398 se mostra mais preciso, além de facilitar o processamento dos dados, o que diminui consideravelmente os possíveis erros que daí podem advir.

Referências

- [1] IAEA/TRS nº 277, Vienna, (1997).
- [2] IAEA/TRS nº 398, Vienna, (2000).

Abstract

With the purpose to guarantee an uncertainty in the dosimetry in radiation therapy, the International Atomic Energy Agency (IAEA) published in 1987 the Technical Reports Series (TRS) nº 277 – “Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams - An International Code of Practice”, updated in 1997, when was published its second edition. In 2000 was published the TRS nº 398 – “Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy – An International Code of

Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water". The TRS n° 398 brings a great conceptual change in relation to the basis of the formalism, before based on calibration factor in terms of air kerma, and now based on calibration factor in terms of absorbed dose in water.

Since the TRS n° 398 was published, the Secondary Standard Dosimetry Laboratories are calibrating the user's ionization chambers in terms of absorbed dose to water. However, not all the clinics in Rio de Janeiro and Brazil have its ionization chambers calibrated in terms of absorbed dose to water. The National Cancer Institute, where the measurements were taken, was the first institution in the Rio de Janeiro to have its ionization chambers calibrated in terms of a new formalism.

This work describes a comparison between dosimetries done with a cylindrical ionization chamber under electron beams utilizing the TRS n° 277 formalism, based on air kerma, and the TRS n° 398 formalism, based on absorbed dose to water, reporting the uncertainties variation of the dosimetry associated to each protocol.