

Impacto da radioterapia de intensidade modulada nas blindagens da sala de tratamento

Ana Cláudia M. De Chiara, José E. V. Nascimento, Edilson L. Pelosi e Cecília K. Haddad

Hospital Sírio Libanês, São Paulo, Brasil

Resumo Este trabalho tem por finalidade analisar o impacto da implementação da radioterapia de intensidade modulada (IMRT) do ponto de vista de blindagem, analisando quantitativamente os parâmetros influenciados. Foi descrito o formalismo da análise da carga de trabalho e fator de uso, e este aplicado a um levantamento retrospectivo dos tratamentos conformacionais (3DCRT) e de IMRT. Os resultados apontam que a distribuição do fator uso é alterada e a carga de trabalho, aumenta. Isso indica a necessidade de reavaliação das blindagens existentes, levando em consideração a relação entre os tratamentos de IMRT e convencionais.

Palavras-chave: blindagem radiológica, radioterapia, IMRT, fator uso, carga de trabalho.

Impact of intensity modulated radiation therapy on the treatment room shielding

Abstract. *The work aims to analyze the impact of the implementation of the intensity-modulated radiation therapy (IMRT) in terms of shielding, by the quantitative analysis of influenced parameters. We describe the formalism of the analysis of workload and use factor, and apply this to a retrospective survey of conformal treatment (3DCRT) and IMRT. The results show the distribution of factor use is changed and the workload, increased. This indicates the need for reassessment of the existing shields, taking into account the relationship between IMRT and conventional treatments.*

Keywords: *radiation shielding, radiation therapy, IMRT, use factor, workload.*

1. Introdução

O propósito da blindagem radiológica é limitar a exposição de indivíduos do público e ocupacionalmente expostos a níveis tão baixos quanto razoavelmente exequível.

A blindagem das salas de tratamento é projetada em função do tipo e energia da radiação, tipo de equipamento e técnicas de tratamento. Para isso, parâmetros de cálculo são definidos na determinação da espessura da barreira, tais como nível de dose equivalente permissível (P), distância perpendicular entre a fonte de radiação e a barreira (d), fator ocupação (T), que é a fração na qual a área é ocupada durante o feixe ligado; fator uso (U), que é a fração da carga de trabalho em que o gantry é orientado a um ângulo (ou um intervalo angular com valor médio G), e a carga de trabalho (W), que é especificada em unidades de dose ou dose equivalente por semana no isocentro.

A carga de trabalho é avaliada em três componentes: direta (W_{dir}), espalhada (W_{esp}) e de fuga (W_L).

Atualmente, há no Brasil um crescente número de serviços em busca de modernas técnicas e equipamentos a fim de oferecer tratamentos radioterápicos de alta tecnologia. Nesse contexto destaca-se a implementação da técnica de IMRT em serviços que até então oferecera apenas

técnicas de 3DCRT. A radioterapia de intensidade modulada é a modalidade na qual o feixe incidente é modulado para entregar uma dose no tumor e poupar os tecidos sadios. Isso é normalmente alcançado pelo uso de várias incidências igualmente espaçadas, compostas de múltiplos pequenos campos (segmentos).

Contudo, a implementação de IMRT pode implicar em alterações nos valores dos parâmetros relacionados à blindagem de uma sala que comporta um acelerador linear, como o fator de uso (U) e a carga de trabalho (W), sendo, então, necessário avaliar se a blindagem existente é adequada para a nova técnica e, se necessário, readequá-la.

O objetivo do presente trabalho foi observar o impacto nos parâmetros relacionados a blindagem quando se agrega a técnica de IMRT. Para isso foi feita a análise retrospectiva de tratamentos em uma sala de nossa instituição, onde são aplicadas as técnicas convencionais e de IMRT.

2. Material e Métodos

Foram consideradas as seguintes contribuições para a carga de trabalho direta: (a) W_{conv} , este referente ao tratamento convencional, incluindo AP/PA, rotações, 3DCRT, e outros; (b) W_{QA} , referente às atividades de controle de qualidade, as quais incluem calibrações, controle de

qualidade do equipamento e dos planejamentos dos pacientes, entre outras atividades. Tais contribuições na carga de trabalho se aplicam aos procedimentos realizados durante o horário padrão de trabalho; e (c) W_{IMRT} , referente aos tratamentos de IMRT, em que a razão unidade monitora por dose no isocentro (C) é maior que 1. Logo, comparada com o tratamento convencional para a mesma dose tumor prescrita, a radiação de fuga é significativamente aumentada.

Para a contribuição direta descrita a carga de trabalho total é:

$$W_{dir}(QX) = W_{conv}(QX) + W_{QA} + W_{IMRT}(QX) \quad (1)$$

A W_{esp} foi considerada igual a W_{dir} para efeito conservativo.

A W_L é convertida para dose a um metro do alvo de raios X multiplicando dois fatores: um fator de conversão (normalmente sendo 1 cGy/UM para W_{conv}), e o fator de atenuação de fuga (L_0) especificado pelo fabricante ou agência regulatória, o qual não excede 0.1% de W_L .

A técnica de IMRT contribui para W_L pelo fator C, que depende na técnica específica de IMRT e equipamento utilizado. A carga de trabalho de fuga total, W_L , é dada por:

$$W_L(QX) = W_{conv}(QX) + C * W_{IMRT}(QX) \quad (2)$$

Desta forma, para avaliar os parâmetros que serão influenciados pela implementação da técnica IMRT, primeiramente, foi determinado o intervalo de ângulo de incidência do feixe para cada barreira primária.

Foi realizado o levantamento retrospectivo dos tratamentos de 3DCRT e de IMRT de uma sala onde está instalado um acelerador linear Primus - Siemens que possui duas energia de raios X (6 e 18 MV) e seis energias de elétrons (6, 9, 12, 15, 18 e 21 MeV). Foram escolhidos os meses de setembro de 2009 e fevereiro de 2010.

A técnica de IMRT utilizada foi a de step and shoot, otimizada no sistema de planejamento inverso Konrad e calculada no sistema de planejamento Oncentra.

Para efeito de comparação, simulamos 40 casos de próstata (18MV) e 20 casos de cabeça e pescoço, C&P (6MV) para a técnica 3DCRT.

3. Resultados

Foram analisados no total 192 planejamentos, conforme consta na tabela 1.

Como a dose entregue no isocentro de cada planejamento não varia em relação à técnica utilizada, a carga de trabalho direta (W_{dir}) semanal computada foi separada somente em função da energia e tipo de radiação (excluindo W_{QA}). Para 6 MV, 18 MV e todas as energias de elétrons foi de 16890, 18052 e 246 cGy/sem, respectivamente.

Tabela 1. Estatística dos planejamentos avaliados.

Caso	Energia (MV)	Planejamentos	%
IMRT Próstata	18	41	21,35
IMRT C&P	6	17	8,85
IMRT Outros	6	12	6,25
3DCRT	18	11	5,75
	6	60	31,25
Elétrons	-	39	20,31
		12	6,25

A razão C para cada mês foi dividida por técnica e por energia. A partir desses dados foi estimada uma média, como mostra a tabela 2.

Tabela 2. Valores encontrados da C dos meses de setembro de 2009 e fevereiro de 2010, e a média estimada.

Técnica	IMRT		3DCRT	
Energia	6 MV	18 MV	6 MV	18 MV
Set-09	2.44	2.30	1.69	1.51
Fev-10	2.67	2.37	1.98	1.89
Média	2.55	2.33	1.84	1.68

Outra forma interessante de expor esta razão para IMRT é por caso tratado, tabela 3.

Tabela 3. Valores encontrados da C para cada caso de IMRT dos meses de setembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Caso	Próstata	C&P	Outros	
Energia	18 MV	6 MV	6 MV	18 MV
Set-09	2.16	2.43	2.44	3.35
Fev-10	2.15	2.90	2.19	2.82
Média	2.12	2.68	2.33	3.03

Depois de encontrado o fator C, pode-se calcular a carga de trabalho de fuga semanal, que para 6 MV foi igual 29436 cGy/sem e para 18 MV, foi igual a 35534 cGy/sem.

A tabela 4 mostra o fator uso para cada barreira primária.

Tabela 4. Fator uso médio dos meses de setembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Barreira	6 MV		18 MV	
Técnica	CRT	IMRT	CRT	IMRT
Parede E (67°-114°)	0.09	0.12	0.30	0.16
Teto (114°-246°)	0.33	0.33	0.16	0.26
Parede D (246°-292°)	0.10	0.12	0.29	0.17
Chão (292°-67°)	0.48	0.43	0.24	0.41

Os valores médios de C para os casos simulados supondo o uso da técnica 3DCRT seguem na tabela 5. A relação C_1 entre UM de IMRT e a UM de 3DCRT para a próstata é igual a 1,64 e para C&P é igual a 2,58.

Tabela 5. Valores médios de C para os casos de próstata e C&P para IMRT e 3DCRT.

Caso	Próstata	C&P
Energia	18 MV	6 MV
IMRT	2.12	2.68
3DCRT	1.29	1.04

4. Discussão e Conclusões

Uma das questões que surge quando se pensa na implementação da técnica de IMRT em um serviço de radioterapia existente, o qual foi projetado para tratar pacientes com técnicas convencionais, é se a atual blindagem é suficiente para receber a nova técnica. Para tal avaliação foi descrito o formalismo de análise do fator uso e das distintas cargas de trabalho: primária, secundária e de fuga. E a partir de sua aplicação aos dados de tratamento referentes a uma sala de nossa instituição concluímos que o fator uso é modificado, de modo a ser mais uniformemente distribuído do que para 3DCRT, e que, para a carga de trabalho, há um incremento na carga de trabalho de fuga. Devido às alterações mencionadas, pode ser necessária a adaptação das barreiras.

No entanto, a adaptação das barreiras existentes é de alto custo e, por vezes, não há espaço físico disponível para que seja realizada. Uma alternativa para solucionar este problema é balancear o número de pacientes tratados com as duas técnicas, de forma a não ultrapassar a carga de trabalho permitida pela barreira. Isso acaba ocorrendo naturalmente, pois o tempo de tratamento com a técnica de IMRT é maior do que para tratamentos convencionais.

A literatura relata uma faixa da razão C para IMRT igual a 2 a 10. Tomando como base o valor

para próstata encontrado e o valor 3,4 [1], nota-se que a técnica step and shoot, geralmente, atinge pequenos valores. Esta não emite radiação durante a movimentação das lâminas entre os segmentos.

A comparação entre os valores para próstata e C&P atuais com os anteriormente levantados de 2,8 e 3,2 [2], respectivamente, revela uma redução desta razão devido ao uso de um sistema de otimização mais eficiente, além da conscientização das vantagens que se tem pela criação de planejamentos mais simples, pois estes são mais exeqüíveis e os resultados da dosimetria do controle de qualidade são melhores, e, ao mesmo tempo, diminui a dose de corpo inteiro recebida pelo paciente durante o procedimento.

Referências

- Price RA., Chibani O., Ma C.-M. Shielding evaluation For IMRT implementation in an existing accelerator vault. J. of applied Clin. Med. Phys. 2003, 4(3):231-238.
- Haddad CMK., Gonçalves VD., Pelosi EL., Castro AJ., Mancini A., Capella E., et la. Avaliação da adequação das barreiras em sala de acelerador linear após implantação da radioterapia tridimensional conformada (3DCRT) e intensidade modulada (IMRT). São Paulo, 2005.
- National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities. NCRP Report N°151. Dez. 2005.
- Stathakis S., Price RJ., Ma C.-M. Dosimetry validation of treatment room shielding design. Med. Phys. 2005, 32(2):448-454.
- Rodgers JE. Radiation therapy vault shielding calculational methods when IMRT and TBI procedures contribute. J. of applied Clin. Med. Phys. 2001, 2(3):157-164.

Contato:

Ana Cláudia Magni De Chiara
claudia.dechiara@gmail.com