



Título: Avaliação do Efeito Tongue and Groove em IMRT

Autor: Maria Fátima Simões Monsanto; Andreia Barateiro; Carina Marques; Ana Cravo Sá; Carmen Souto; Jorge Faria

Resumo:

INTRODUÇÃO: O MLC foi introduzido como um substituto dos blocos de cerrobend. Contudo com o avanço das técnicas em radioterapia, surge como uma ferramenta importante na administração de tratamentos de IMRT. É importante ver este equipamento como um aparelho mecânico sofisticado que contribui para modular a intensidade do feixe e criar distribuições de dose em 3D, conformadas ao volume alvo, que permitem um escalonamento da mesma e consequentemente um maior controlo tumoral. O design em Tongue and Groove é uma característica do MLC que permite minimizar a radiação de fuga entre folhas adjacentes. Porém este é também responsável pelo aparecimento de zonas de subdosagem. Com este estudo pretende-se avaliar, através de dosimetria fotográfica e com a ajuda do software RIT V5.1, a existência do efeito de Tongue and Groove em IMRT e quantificá-lo.

MATERIAIS E MÉTODOS: A energia utilizada foi 6 MV, administrada pelo acelerador Clinac 2100 C/D da Varian, disponível no Serviço de Radioterapia do Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil de Lisboa. Este possui um MLC Millennium da Varian de 120 folhas, sendo a largura das folhas centrais 5 mm e das folhas mais externas 10 mm, com design em Tongue and Groove. Foram utilizadas películas Kodak X-Omat V Ready Pack e Kodak Extended Dose Range (EDR2) para efectuar as medições relativas ao efeito Tongue and Groove, assim como, para a calibração do software utilizado. Foi necessário criar ficheiros de calibração para a OD e para a correspondência entre a OD e a dose administrada. As medições necessárias para criar um ficheiro de calibração de dose foram efectuadas com um fantoma de água, uma câmara de ionização PTW, Modelo semiflexível 0,125cc, Tipo M31010, colocada em coordenadas específicas, discriminadas no user's guide do RIT V5.1 e dois electrómetros PTW DI4 e DL4, do tipo 77511 e 7554 respectivamente. A cada um dos resultados obtidos, correspondem as OD obtidas através do Step Wedge criado para o efeito. Após a calibração do RIT V5.1, foram criados dois campos de 10x10, no TPS (Treatment Planning System) Eclipse. Para obter o efeito pretendido de um modo explícito, as folhas foram agrupadas 2 a 2 e fechadas alternadamente. Durante a irradiação utilizámos MLC estático, com o objectivo de obter efeito Tongue and Groove em condições extremas. Para a avaliação do efeito de Tongue and Groove, estas películas foram colocadas a uma profundidade de 5 cm, num fantoma de água sólida PTW RW3, Tipo 29672. Sendo a distância foco-fantoma de 95cm, com a Gantry e colimador a 0°. Todas as películas foram irradiadas com 200 UM, correspondendo à administração de 100UM por campo irradiado. Seguidamente, as películas foram reveladas pela máquina de revelação da Kodak, Modelo X-Omat, Tipo M43 e foram digitalizadas através do Scanner Vidar Dosimetry Pro Advantage, de modo a poderem ser analisadas posteriormente. Resultados: Observou-se a existência do efeito Tongue and Groove nas condições estipuladas e este apresenta um valor médio de 9.07% de subdosagem nas zonas de overlap das folhas. Os valores relativos à subdosagem associada ao Tongue and Groove, oscilam entre os 10 e os 28%, consoante as condições dos estudos realizados, as marcas de MLC escolhidas para o efeito e até o sistema de planeamento envolvido.

DISCUSSÃO/CONCLUSÕES: Apesar dos valores encontrados serem coerentes e estarem de acordo com o esperado é necessário analisar os mesmos tendo em conta as limitações encontradas ao longo do estudo. Entre elas salientamos as dificuldades de cálculo do TPS Eclipse e a existência de transmissão no eixo central do MLC que atravessa o campo de irradiação. Este estudo permitiu não só verificar a existência do Efeito de Tongue and Groove, mesmo que sejam tomadas medidas para o minimizar, mas também, avaliar quantitativamente o mesmo. Os valores encontrados encontram-se em conformidade com a literatura pesquisada ainda que tenham surgido algumas limitações ao longo do estudo que puderam condicionar os valores obtidos. O estudo contemplou apenas a utilização de campos com MLC estático, contudo futuramente seria oportuno a realização de um estudo comparativo para avaliação deste efeito com MLC estático e dinâmico ou um estudo comparativo entre várias marcas comerciais de MLC. Poderiam ser ainda manipulados os parâmetros que utilizados para minimizar o Tongue and Groove e saber em que medida estes são realmente eficazes. Investigar casos clínicos e analisar a relevância clínica do Tongue and Groove, uma vez que nesses casos o número de campos, angulações e incertezas de set up aumentam contribuindo para uma possível diminuição do efeito. Palavras chave: Tongue and Groove; MLC (MultiLeaf Collimator); IMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy); Dosimetria fotográfica.

Bibliografia:

- Chapman, A. (2005). Dosimetric Verification of Intensity Modulated Radiation Therapy. Tese de doutoramento apresentada à University of Wollongong, Australia. Recuperado em Abril 21, 2009 a partir de <http://ro.uow.edu.au/theses/551>
- Kalinowsky, T. (2006). Multileaf Collimator Field Segmentation without Tongue-and-Groove Effect. In INFORMS International Hong Kong, 26 de Junho, 2006. Recuperado em Abril 7, 2009 a partir de http://www.math.uni-rostock.de/~kalinowski/TG_talk.pdf. Pasquino, M. et al (2006)
- Transmission, Penumbra and Leaf Positional Accuracy in Commissioning and Quality Assurance Program of a Multileaf Collimator for Step-and-shoot IMRT Treatments. *Tumori*, 92, 513p.
- Scarlat, F., Scarisoreanu, Oane, M., Mitru, E., Badita, E. (2008). Determination of Absorbed Dose Using a Dosimetric Film. In IX Radiation Physics & Protection Conference, 2008, Nasr City Cairo, Egipto. Recuperado em Julho 10, 2009 a partir de <http://rphyp.com/proceeding/4115.pdf>
- Swinen, A. (2005). Quality assurance in radiotherapy: Development and validation of a mailed Dosimetry procedure for external audits using a multipurpose phantom and in vivo Dosimetry. Katholieke Universiteit Leuven.

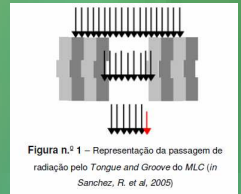
Avaliação do Efeito Tongue and Groove em IMRT

Monsanto, F.¹, Barateiro, A.¹, Faria, J.^{1,2}, Marques, C.¹, Sá, A.¹, Souto, C.²

1 - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Área Científica de Radioterapia
2 – Instituto Português de Oncologia – Francisco Gentil, E.P.E.

Introdução:

O efeito de *Tongue and Groove* encontra-se intimamente ligado ao design do MLC e à velocidade das folhas à medida que se deslocam ao longo do campo de irradiação. Quando se conjugam estas características, criam-se zonas de subdosagem, que nunca são irradiadas directamente. Segundo estudos realizados previamente, este efeito pode representar uma subdosagem de cerca de 10 - 15% em relação à dose administrada (Galvin et al 1993, Chui et al 1994, Wang et al 1996 in Deng, J., 2001). Segundo Sykes and William (in Deng J., 2001) este valor pode atingir cerca de 28% quando estudamos folhas adjacentes. Se este efeito é clinicamente relevante ou não, tem sido um tema pouco estudado e segundo a literatura existem poucas simulações de *Monte Carlo* realizadas para o efeito. Porém, segundo Deng, J. et al, 2001, se aumentarmos o número de campos (>5), se estes forem não-complanares e se as incertezas de set up forem representativas este efeito será mais reduzido e a sua relevância clínica menor.



Metodologia:

A energia utilizada foi 6 MV, administrada pelo acelerador *Clinac 2100 C/D* da *Varian*, disponível no Serviço de Radioterapia do Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil de Lisboa. Este possui um MLC *Millennium da Varian* de 120 folhas, sendo a largura das folhas centrais 5 mm e das folhas mais externas 10 mm, com design em *Tongue and Groove*.

Foram utilizadas películas *Kodak X-Omat V Ready Pack* e *Kodak Extended Dose Range (EDR2)* para efectuar as medições relativas ao efeito *Tongue and Groove*, assim como, para a calibração do software utilizado. Foi necessário criar ficheiros de calibração para a OD e para a correspondência entre a OD e a dose administrada. As medições necessárias para criar um ficheiro de calibração de dose foram efectuadas com um fantoma de água, uma câmara de ionização *PTW*, Modelo semiflexível 0,125cc, Tipo M31010, colocada em coordenadas específicas, discriminadas no *user's guide* do *RIT V5.1* e dois electrómetros *PTW DI4* e *DL4*, do tipo 77511 e 7554 respectivamente. A cada um dos resultados obtidos, correspondem as OD obtidas através do *Step Wedge* criado para o efeito. Após a calibração do *RIT V5.1*, foram criados dois campos de 10x10 cm, no *TPS (Treatment Planning System) Eclipse*. Para obter o efeito pretendido de um modo explícito, as folhas foram agrupadas 2 a 2 e fechadas alternadamente. Durante a irradiação utilizámos MLC estático, com o objectivo de obter efeito *Tongue and Groove* em condições extremas. Para a avaliação do efeito de *Tongue and Groove*, estas películas foram colocadas a uma profundidade de 5 cm, num fantoma de água sólida *PTW RW3*, Tipo 29672. Sendo a distância foco-fantoma de 95cm, com a *Gantry* e colimador a 0°. Todas as películas foram irradiadas com 200 UM, correspondendo à administração de 100UM por campo irradiado. Seguidamente, as películas foram reveladas pela máquina de revelação da *Kodak, Modelo X-Omat*, Tipo M43 e foram digitalizadas através do *Scanner Vidar Dosimetry Pro Advantage*, de modo a poderem ser analisadas posteriormente.

Resultados:

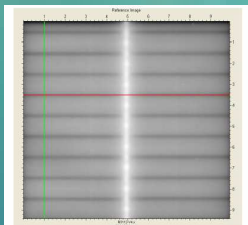


Figura n.º 2 - Observação do Efeito de Tongue and Groove com Dosimetria Fotográfica, a imagem está normalizada para o máximo de dose e foi-lhe aplicado um filtro, sendo que as zonas mais claras passam a representar as áreas com maior percentagem de dose.

Tabela n.º 1 - Avaliação do Efeito de Tongue and Groove – percentagem de déficit de dose

Posição relativa no campo (cm)	Percentagem de dose (%)	Deficit de dose (%)
-3,80	76,14	11,15
-3,25	88,99	
-2,60	69,48	7,85
-2,30	61,63	
-1,80	70,24	8,91
-1,30	61,33	
-0,80	62,96	6,63
-0,35	61,33	
0,30	69,78	9,80
0,70	59,99	
1,20	67,82	8,63
1,70	58,99	
2,20	49,01	7,73
2,70	61,28	
3,20	71,38	9,88
3,70	61,51	
Média (%)	Intervalo (%)	Dmax (%)
9,07	[7,73;11,15]	71,39

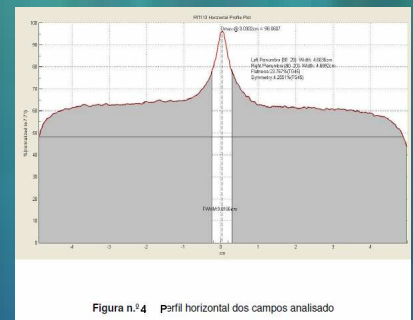


Figura n.º 4 Perfil horizontal dos campos analisado

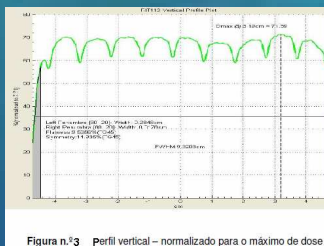


Figura n.º 3 Perfil vertical – normalizado para o máximo de dose

Discussão/Conclusões: Apesar dos valores encontrados serem coerentes e estarem de acordo com o esperado é necessário analisar os mesmos tendo em conta as limitações encontradas ao longo do estudo. Entre elas salientamos as dificuldades de cálculo do *TPS Eclipse* e a existência de transmissão no eixo central do MLC que atravessa o campo de irradiação. Este estudo permitiu não só verificar a existência do efeito de *Tongue and Groove*, mesmo que sejam tomadas medidas para o minimizar, mas também, avaliar quantitativamente o mesmo. Os valores encontrados encontram-se em conformidade com a literatura pesquisada ainda que tenham surgido algumas limitações ao longo do estudo que puderam condicionar os valores obtidos.

O estudo contemplou apenas a utilização de campos com MLC estático, contudo futuramente seria oportuno a realização de um estudo comparativo para avaliação deste efeito com MLC estático e dinâmico ou um estudo comparativo entre várias marcas comerciais de

MLC. Poderiam ser ainda manipulados os parâmetros que utilizados para minimizar o *Tongue and Groove* e saber em que medida estes são realmente eficazes. Investigar casos clínicos e analisar a relevância clínica do *Tongue and Groove*, uma vez que nesses casos o número de campos, angulações e incertezas de set up aumentam contribuindo para uma possível diminuição do efeito.

Bibliografia:

Deng, J. et al (2001). The MLC tongue-and groove effect on IMRT dose distributions. *Phys. Med. Biol.* 46, 1039–1060. Galvin, J. M. (1999). Multileaf Collimator – a complete guide. In 41st Annual Meeting of the American Association of Physicists in Medicine, AAPM 1999, Nashville, Tennessee, Estados Unidos da América. Recuperado em Julho 10, 2009 a partir de <http://www.aapm.org/meetings/99AM/pdf/2787-9625.pdf>. Sanchez, R. et al (2005). Puesta en Marcha de La Técnica de Intensidade Modulada. 4 años de experiencia. In XV Congreso Nacional de Física Médica de la Sociedad Española de Física Médica, SEFM 2005, Pamplona, Espanha, Junho 28 a Julho 1, 2005. Recuperado em Abril 7, 2009 a partir de <http://www.sefm.es/sefmcongreso/XVFM/ponencias/DOCUMENTOS/Completos/9-091-P.pdf>.