

Comparação entre planejamentos de terapia em arco volumétrico modulado para tratamentos de próstata utilizando um ou dois arcos

Diego C. S. A Silva, Guilherme A. Pavan, Stela P. Nardi, Leandro R. Fairbanks, Ernani Anderson, Juraci P. R. Junior, Hélio A. S. Junior

Clínicas Oncológicas Integradas/Grupo COI, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

O trabalho tem como objetivo avaliar e comparar planejamentos retrospectivos para câncer de próstata presente utilizando a técnica de terapia em arco volumétrico modulado (RapidArc™ – Varian) com um ou dois arcos. Foram replanejados 10 casos de pacientes com neoplasia de próstata presente tendo o volume de tratamento planejado (PTV) entre 296,4 cm³ e 149,6 cm³ com dose prescrita de 78 Gy. Um planejamento matriz foi criado para cada caso buscando o melhor resultado da distribuição de dose no PTV de forma a minimizar a dose nos órgãos de risco, sendo a partir deste, criadas duas cópias para otimização de um e dois arcos. Comparações de dose máxima e mínima, índice de conformidade, homogeneidade e gradiente de dose foram avaliadas no PTV, bem como o tempo do feixe de radiação e a quantidade de unidades monitoras. Os órgãos de risco foram avaliados de acordo com o *Radiation Therapy Oncology Group* (RTOG 0415) e comparados em ambas as otimizações. Em termos dos índices dosimétricos e as doses nos órgãos de riscos foram semelhantes, porém houve um aumento na quantidade de unidades monitoras e no tempo do feixe de radiação quando utilizada a técnica com dois arcos. Conclui-se que utilizar um arco volumétrico modulado para otimização de neoplasia de próstata presente atinge objetivos dosimétricos semelhantes podendo ser uma opção eficaz para serviços de radioterapia de países em desenvolvimento com grande número de pacientes.

Palavras-chave: radioterapia; câncer de próstata; RapidArc™, planejamento.

Abstract

The study aims to evaluate and compare retrospective planning for prostate cancer using the volumetric modulated arc therapy technique (RapidArc™ - Varian) with one or two arcs. Ten cases of patients with prostate cancer present were replanning with the volume of PTV's between 296.4 cm³ and 149.6 cm³ with prescribed dose of 78 Gy. A planning default was created for each case seeking the best result of the distribution dose in the PTV and to minimize the dose to organs at risk, and from this, creates two copies for optimization of one and two arcs. Comparisons of maximum and minimum dose, index of conformity, homogeneity and gradient dose were evaluated in the PTV, the time of the radiation beam and the number of monitor units. The organ at risk were evaluated according to the Radiation Therapy Oncology Group RTOG 0415 and compared in both optimizations. In terms of dosimetric values to organs at risk and PTV were similar, but there was an increase in the number of monitors units and the time of the radiation beam when using the technique with two arcs. Finally the results have showed that use a volumetric modulated arc therapy optimization for prostate cancer it is reaches similar dosimetric goals can be an effective option for radiotherapy department of developing countries with large number of patients.

Keywords: radiation therapy; prostate cancer; RapidArc™; planning.

1. Introdução

No ano de 2014 estima-se que o câncer de próstata será o tipo de câncer mais incidente nos homens brasileiros com 22,8%, exceto o de pele não melanoma. A doença pode ser diagnosticada por exames periódicos e se encontrada em estágio inicial a mesma poderá ter indicação de tratamento curativo¹.

Atualmente há diversos tipos de tratamentos exclusivos ou concomitantes para este tipo de patologia, dentre os quais se inclui a radioterapia recomendado devido a sua alta eficácia no combate a doença².

Nos últimos anos a radioterapia tem passado por uma evolução tecnológica na entrega da dose de radiação, dentre as quais se inclui a técnica de

Terapia em Arco Volumétrico Modulado (RapidArc™ – Varian Medical System). Podemos destacar esta como sendo a mais moderna técnica dos aceleradores lineares, no qual o gantry e o colimador multilâminas movem-se simultaneamente durante a irradiação, variando também a taxa de dose³.

A escolha da quantidade de arcos volumétricos modulados necessários para entregar a dose para este tipo de neoplasia não é bem definido, razão pela qual este estudo pretende apresentar comparando diversos parâmetros⁴.

2. Materiais e Métodos

Dez pacientes tratados previamente com câncer de próstata presente foram replanejados, todos

com dose prescrita de 78 Gy. Os volumes alvo de tratamento (PTV) estiveram entre 296,4 cm³ e 149,6 cm³.

Foi feito um planejamento matriz para cada caso de um arco completo de 360°, com o objetivo de atingir a melhor distribuição de dose possível no PTV, como também a máxima redução da dose em todos os órgãos de risco que foram objetivadas para serem tão baixas quanto possível para cada caso individualmente, seguindo-se as recomendações do RTOG 0415 (*Radiation Therapy Oncology Group*)⁵. A partir desse plano matriz foram criadas cópias para um e dois arcos de 360° cada um mantendo-se os mesmos objetivos dosimétricos alcançados no planejamento matriz.

A otimização, as regras dos planejamentos matrizes e suas respectivas cópias foram conduzidas por um mesmo profissional “*planner*” de acordo com a literatura⁶, e seguindo-se rigorosamente as mesmas sequências em todos os passos da otimização de um e dois arcos.

Os planejamentos foram realizados com energia de fótons 10 MV no software Eclipse, (Varian Medical Systems versão 11.0), no acelerador linear Trilogy, com colimador multilâminas Millenium HD 120.

A técnica RapidArcTM utilizada para o planejamento de um e dois arcos dinâmicos foram feitas com o algoritmo de cálculo *Anisotropic Analytical Algorithm* (AAA versão 11.0.31) e seguindo-se os parâmetros mecânicos de gantry e colimador como mostra a tabela abaixo.

Tabela 1. Ângulos de gantry e colimadores utilizados nos planejamentos de um e dois arcos.

Parâmetros	1 Arco (°)	2 Arcos (°)
Gantry	360	720
Colimador	30	30 / 330

As normalizações dos planos seguiram a recomendação do ICRU (*International Commission of Radiation Units*), no qual se avalia o volume de isodose que se atinge 95% do volume alvo⁷.

Parâmetros dosimétricos no PTV, tais como dose máxima e dose mínima foram avaliadas. Comparações de doses para os órgãos de risco foram feitas, sendo incluídos: bexiga, reto, fêmures e bulbo peniano seguindo-se o protocolo recomendado na literatura⁵.

Outras análises relevantes foram feitas quando se utilizam um ou dois arcos dinâmicos, como: quantidade de unidade monitor, tempo do feixe de radiação, gradiente de dose e os índices de conformidade e homogeneidade.

O gradiente de dose analisa dentro do volume alvo a diferença de dose entre o raio da esfera equivalente do volume incluído por 100% e 50% da dose prescrita respectivamente, sendo definida na equação a seguir:

$$GD = R_{50} - R_{100} \quad (1)$$

O volume incluído por 100% da isodose prescrita foi calculado em todos os planos e é definido como índice de conformidade, denotado como a razão do volume de isodose de prescrição (V100) pelo volume do PTV conforme segue a equação:

$$IC = \frac{Volume78Gy}{VolumePTV} \quad (2)$$

De acordo com a literatura o índice de homogeneidade, é representado através das isodoses que atingem 2%, 98% e 50% do volume do PTV, respectivamente⁸.

$$IH = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}} \quad (3)$$

3. Resultados

Nos parâmetros descritos anteriormente encontrou-se uma diferença no tempo do feixe de radiação de 41,78% e na quantidade de unidades monitoras de 10,10% menores quando utilizado um arco dinâmico. Foi feita a razão da média das unidades monitoras e do tempo do feixe de radiação entre um e dois arcos respectivamente, cujos valores estão dispostos nas figuras 1 e 2.

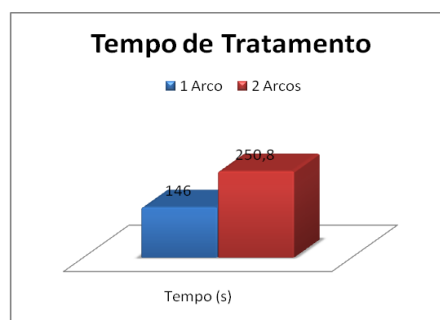


Figura 1: Tempo de tratamento valores médios.

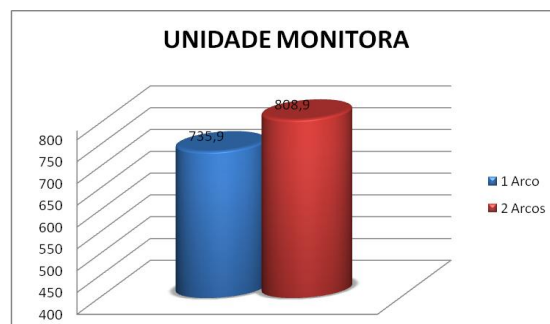


Figura 2: Quantidade de unidades monitoras valores médios

Para análise dosimétrica do PTV foi feito a razão do valor médio entre um e dois arcos, obtendo-se uma diferença percentual de 1,28% e 0,70% das doses mínimas e máximas respectivamente maiores quando utilizado um arco.

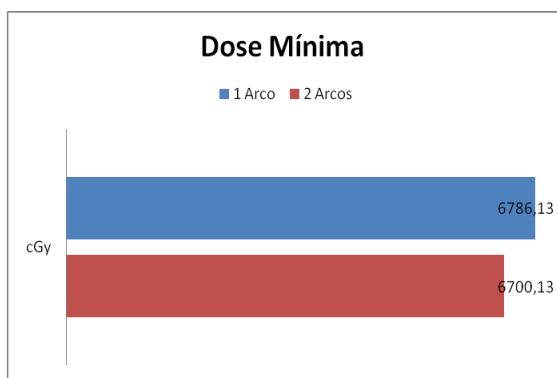


Figura 3: Valores médios das doses mínimas no PTV.

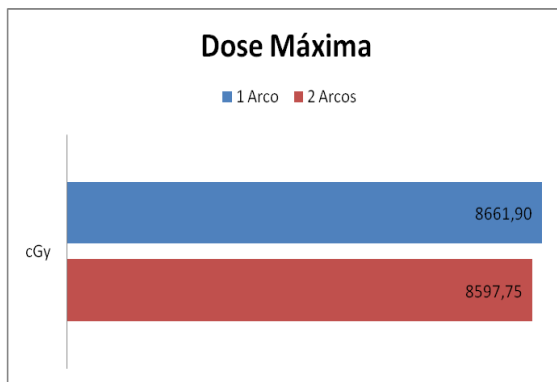


Figura 4: Valores médios das doses máximas no PTV.

Em relação ao gradiente de dose uma diferença de 6,70% menor foi avaliada quando comparado a utilização de dois arcos dinâmicos. Quando analisado o Índice de Conformidade a partir do valor médio das otimizações, um arco obteve 1,019 e nos planejamentos com dois arcos a média de 1,009 foi obtida. O Índice de Homogeneidade esteve em média 0,99% menor nos planejamentos com um arco. Na tabela 2 seguem os valores descritos acima.

Tabela 2. Valores médios dos índices e gradiente de dose para o volume de tratamento planejado com um e dois arcos.

Parâmetros	1 Arco	2 Arcos
Gradiente de Dose	1,94	1,83
Índice de Conformidade	1,019	1,009
Índice de Homogeneidade	0,080	0,0821

Segue na tabela 3 a mediana do percentual de volume de bexiga que receberam as doses de 80 Gy, 75 Gy, 70 Gy e 65 Gy.

Tabela 3. Mediana do percentual de volume da bexiga recebendo as respectivas isodoses.

Bexiga		
Parâmetros	1 Arco (%)	2 Arcos (%)
V80	4,13	3,94
V75	5,93	5,78
V70	7,30	7,07
V65	8,55	8,24

Outro órgão de risco avaliado foi o reto, cujas doses de 75 Gy, 70 Gy, 65 Gy e 60 Gy atingiram na mediana os respectivos volumes percentuais como demonstra a tabela 4.

Tabela 4. Mediana do percentual de volume de reto recebendo as respectivas isodoses.

Reto		
Parâmetros	1 Arco (%)	2 Arcos (%)
V75	8,23	8,30
V70	11,15	11,00
V65	13,94	13,53
V60	16,70	16,05

Os fêmures respeitaram o limite de dose máxima pontual descrita na literatura em ambas às otimizações, porém, o fêmur direito teve uma diferença média de 5,01% e o fêmur esquerdo de 12% menor quando utilizado dois arcos de acordo com a figura 5.

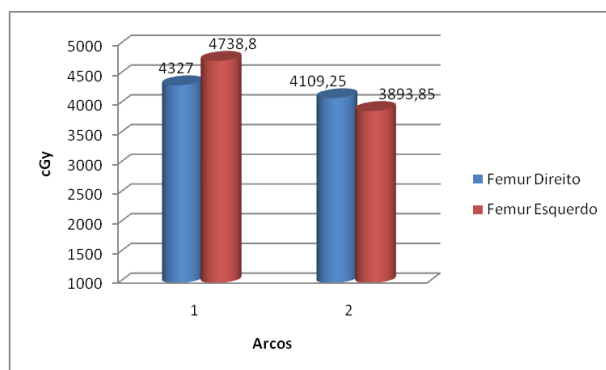


Figura 5: Valores médios das doses máximas nos fêmures direito e esquerdo.

Comparando-se a dose média no bulbo peniano um arco dinâmico apresentou 0,99% de dose a menos quando comparado com dois arcos dinâmicos conforme a figura 6.

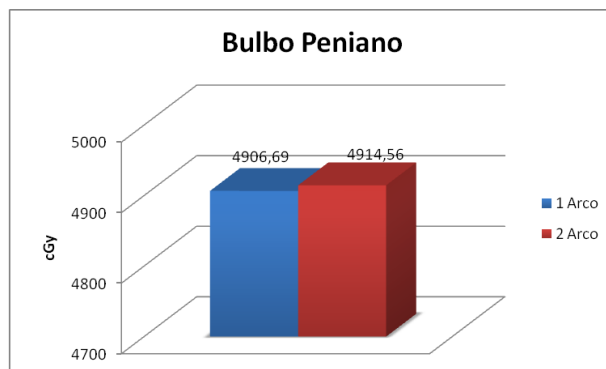


Figura 6: Valores das doses médias no bulbo peniano.

4. Discussão e Conclusões

Utilizar um arco volumétrico modulado para otimização de pacientes com neoplasia de próstata presente atinge distribuições de dose semelhantes no PTV quando comparado com dois arcos.

Visto também que, todos os limites de dose foram respeitados quando avaliados os órgãos de risco. Contudo pode-se observar a diminuição no tempo do feixe de radiação e a quantidade de unidades monitoras.

Para departamentos de radioterapia de países em desenvolvimento com grande número de pacientes, utilizar um arco pode representar uma opção eficaz de planejamento para tratamento.

Agradecimentos

Ao Grupo – COI pelo apoio teórico em fornecer os materiais e equipamentos necessários para realização deste trabalho, bem como a equipe de Física Médica pelas orientações e sugestões durante a realização do mesmo.

Referências

1. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Estimativa 2014 – Incidência do Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde 2013.
2. Corn BW, Valicenti RK, Mulholland SG. Stage T3 prostate cancer: a nonrandomized comparison between definitive irradiation and induction hormonal manipulation plus prostatectomy. *Urology*. 1998;51(4):782-7.
3. Schreiner LJ. On the quality assurance and verification of modern radiation therapy treatment. *Journal Med. Phys.* 2011;36(4):189-91.
4. Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc. *Med Phys*. 2008; 35(3):310-7.
5. Amin MB, Bruner DW, Swanson GP, Hunt D, Lee RW, Low D. A phase III randomized study of hypofractionated 3D-CRT/IMRT versus conventionally fractionated 3D-CRT/IMRT in patients with favorable-risk prostate cancer: the study of RTOG 0415. *Study Chairs 2007-09*.
6. Oliver M, Gagne I, Popescu C, Ansbacher W, Beckham WA. Analysis of RapidArc optimization strategies using objective function values and dose-volume histograms. *Journal Med. Phys.* 2010;11(1)10-23.
7. ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, Recording and Reporting Photon-Beam therapy (Supplement to ICRU Report 50): the report of ICRU 62. *Journal ICRU*. 1999;(1).
8. ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, Recording and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT): the report of ICRU 83. *Journal ICRU*. 2010;10(1).

Contato:

Diego da Cunha Silveira Alves da Silva
Avenida das Américas, 6205 Loja E Barra da
Tijuca – Rio de Janeiro/RJ – Brasil
diegocunhalves@hotmail.com