

Análise das variações de posicionamento utilizando imagens volumétricas de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Positioning variation analysis using Cone Beam Computed Tomography volumetric images

Camila T. Oliveira, Thiago S. Fontana, Angela B. Habitzreuter, Gabriela R. Santos e Laura N. Rodrigues

Serviço de Radioterapia, Instituto do Câncer do Estado de São Paulo – São Paulo (SP), Brasil.

Resumo

A Radioterapia é uma das principais modalidades de tratamento de neoplasias malignas, seja associada a outros tratamentos ou de indicação exclusiva. O sucesso na aplicação da radiação depende de vários fatores, entre eles: a escolha da técnica do tratamento, a precisão dosimétrica, e a precisão geométrica. Embora a movimentação dos órgãos internos exerça um papel bastante significativo no cálculo das margens de *setup* durante o tratamento, a variação mais importante é o erro de posicionamento do paciente. Neste trabalho, foi avaliada a variação no posicionamento de pacientes com câncer de canal anal, próstata, e cabeça e pescoço, tratados no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP). Para as análises, foram utilizadas imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CBCT) de 40 pacientes, totalizando 224 imagens. Para cada imagem CBCT, o deslocamento foi calculado através da fusão entre a imagem adquirida antes do tratamento com a imagem de tomografia obtida na simulação. A variação média encontrada foi de $0,24 \pm 0,10$ cm no sentido látero-lateral, $0,21 \pm 0,12$ cm no sentido ântero-posterior e $0,30 \pm 0,18$ cm no sentido crânio-caudal, para os casos de canal anal; $0,20 \pm 0,10$ cm no sentido látero-lateral, $0,20 \pm 0,10$ cm no sentido ântero-posterior e $0,23 \pm 0,11$ cm no sentido crânio-caudal, para tratamento de próstata; e $0,11 \pm 0,07$ cm no sentido látero-lateral, $0,13 \pm 0,06$ cm no sentido ântero-posterior e $0,15 \pm 0,10$ cm no sentido crânio-caudal, para o tratamento de cabeça e pescoço. Os resultados encontrados ficaram dentro das margens previstas para os PTVs utilizados na Instituição.

Palavras-chave: radioterapia, controle de qualidade, posicionamento do paciente, tomografia computadorizada de feixe cônico.

Abstract

Radiotherapy is one of the main treatment modalities of malignancies, either associated with other techniques or not. The successful use of radiation depends on several factors, such as the choice of treatment technique, dosimetric accuracy and geometric precision. The movement of internal organs plays a role quite significant in the calculation of setup margins, but during treatment, the most important variation is the patient's positioning error. This study evaluated the geometric accuracy in positioning patients with anal canal, prostate, and head and neck cancer, who were treated at ICESP. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images of 40 patients were used, totalizing 224 images. For every CBCT image, the displacement was calculated through the fusion between the images acquired before the treatment and CT images obtained in the simulation. The average deviation was 0.24 ± 0.10 cm to the left-right direction, 0.21 ± 0.12 cm in the anterior-posterior and 0.30 ± 0.18 cm in the superior-inferior direction for cases of anal canal; 0.20 ± 0.10 cm in the left-right, 0.20 ± 0.10 cm in the anterior-posterior and 0.23 ± 0.11 cm in superior-inferior direction for prostate treatments; and 0.11 ± 0.07 cm in the left-right, 0.13 ± 0.06 cm in the anterior-posterior and 0.15 ± 0.10 cm in superior-inferior direction for the treatment of head and neck. The results found were within the predicted PTV margins used at the Institution.

Keywords: radiotherapy, quality control, patient positioning, cone-beam computed tomography.

Introdução

O uso de novas técnicas de tratamento na Radioterapia introduziu a necessidade de um melhor controle das variações do posicionamento dos pacientes, a fim de garantir que as distribuições de dose calculadas sejam devidamente liberadas.

A precisão do tratamento pode ser dividida em duas partes: precisão dosimétrica e precisão geométrica. Quanto à precisão dosimétrica, uma pequena variação na distribuição de dose de $\pm 5\%$ da dose prescrita pode influenciar o controle ou a falha de alguns tratamentos¹. Já a precisão geométrica, abrange questões relacionadas ao posicionamento do paciente e imobilização².

Autor correspondente: Camila Trindade de Oliveira – Instituto de Radiologia, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – Avenida Doutor Enéas de Carvalho Aguiar, s/n, Rua 1, 3º andar – CEP: 05403-900 – São Paulo (SP), Brasil – E-mail: camila_fmédica@hotmail.com

Surge então a Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT), como uma ferramenta importante de análise do posicionamento imediatamente antes da liberação do feixe de tratamento, permitindo avaliação *online* das variações do *setup*.

Entre os principais dispositivos de IGRT está o *cone beam CT* (CBCT), que consiste em um feixe cônico de radiação (kV ou MV) acoplado ao acelerador linear, o qual realiza uma varredura em torno do paciente, gerando uma imagem volumétrica, similar a uma imagem de Tomografia Computadorizada (TC).

O objetivo deste trabalho é analisar as variações de *setup* fornecidas pelas imagens de CBCT em pacientes que receberam tratamento de canal anal, próstata, e cabeça e pescoço no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP).

Material e métodos

Imagens de 40 pacientes foram analisadas, sendo 7 de canal anal, 14 de próstata e 19 de cabeça e pescoço. O posicionamento e imobilização dos pacientes variaram de acordo com a patologia. Todos os pacientes realizaram Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT).

Todos os pacientes foram tratados em decúbito dorsal. Para os casos de canal anal, os pacientes foram imobilizados com apoio de pés, travesseiro e com mãos sobre tórax (Figura 1A). Para os casos de próstata, utilizou-se apoio de pernas e pés e travesseiro (Figura 1B). Para os casos de cabeça e pescoço, foram utilizados máscara própria, específicas para IMRT, e tracionador de ombros (Figura 1C).

As imagens CBCT foram realizadas no primeiro dia de tratamento e ao longo do tratamento, com intervalos de cinco aplicações. Após a aquisição da imagem, o *software XVI*[®], da Elekta, foi utilizado para realizar a fusão entre a imagem adquirida imediatamente antes da aplicação e a imagem de TC obtida na simulação. O método escolhido para a fusão foi o modo automático e baseado em estruturas ósseas.

As correções fornecidas pelo XVI[®] foram realizadas para deslocamentos maiores que 2 mm e as marcas da pele dos pacientes foram alteradas para todas as correções maiores que 5 mm. Não foram realizadas correções rotacionais.

O sistema de coordenadas adotado para orientação do sistema e alinhamento do paciente foi o descrito no manual do XVI[®] (Figura 2).



Figura 1. Imobilizadores utilizados no posicionamento dos pacientes de canal anal, próstata e cabeça e pescoço respectivamente.

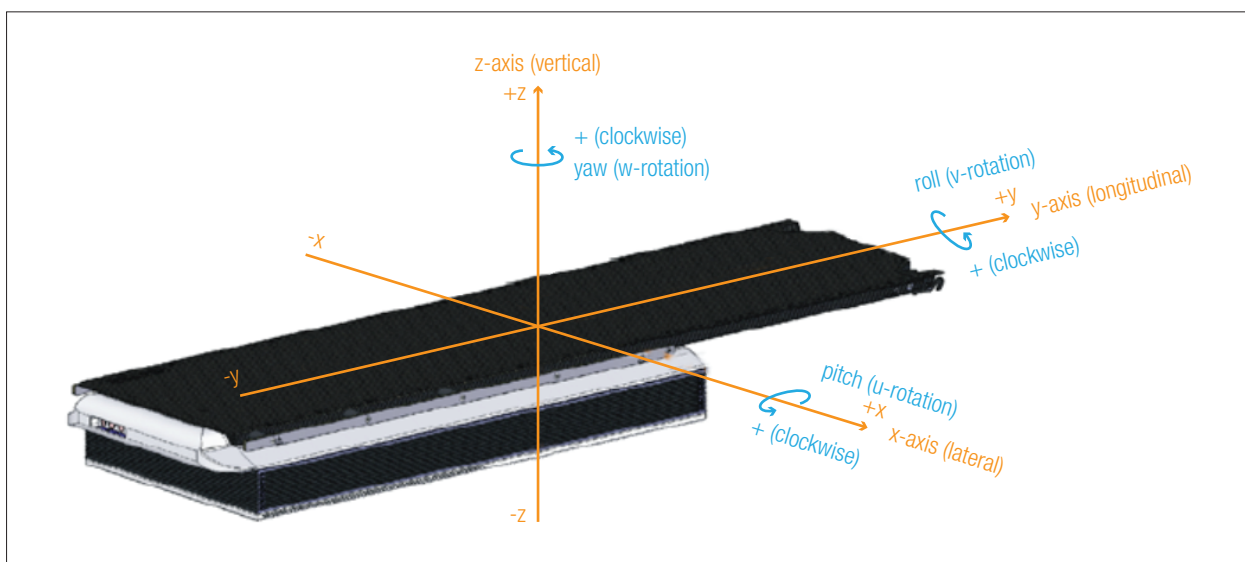


Figura 2. Sistemas de coordenadas translacional e rotacional. (Fonte: Manual do usuário da mesa robótica *HexaPOD* da Elekta Synergy).

Resultados

Os 40 pacientes analisados totalizaram 224 imagens utilizando CBCT.

Os deslocamentos rotacionais e translacionais dos pacientes de próstata, cabeça e pescoço, e canal anal, estão ilustrados nas Figuras 3 a 5, respectivamente. A média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% (IC95%) para os casos de próstata, cabeça e pescoço, e canal anal, estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Discussão e Conclusões

Os casos de cabeça e pescoço apresentaram as menores diferenças, translacionais ou rotacionais. Isso se deve ao fato da melhor imobilização, com máscaras termoplásticas.

Aparentemente, o sistema de imobilização utilizado para os pacientes de próstata (apoio de pernas e pés) melhora a reprodutibilidade, o que pode ser visto pelos menores deslocamentos translacionais observados, quando comparados aos casos de canal anal.

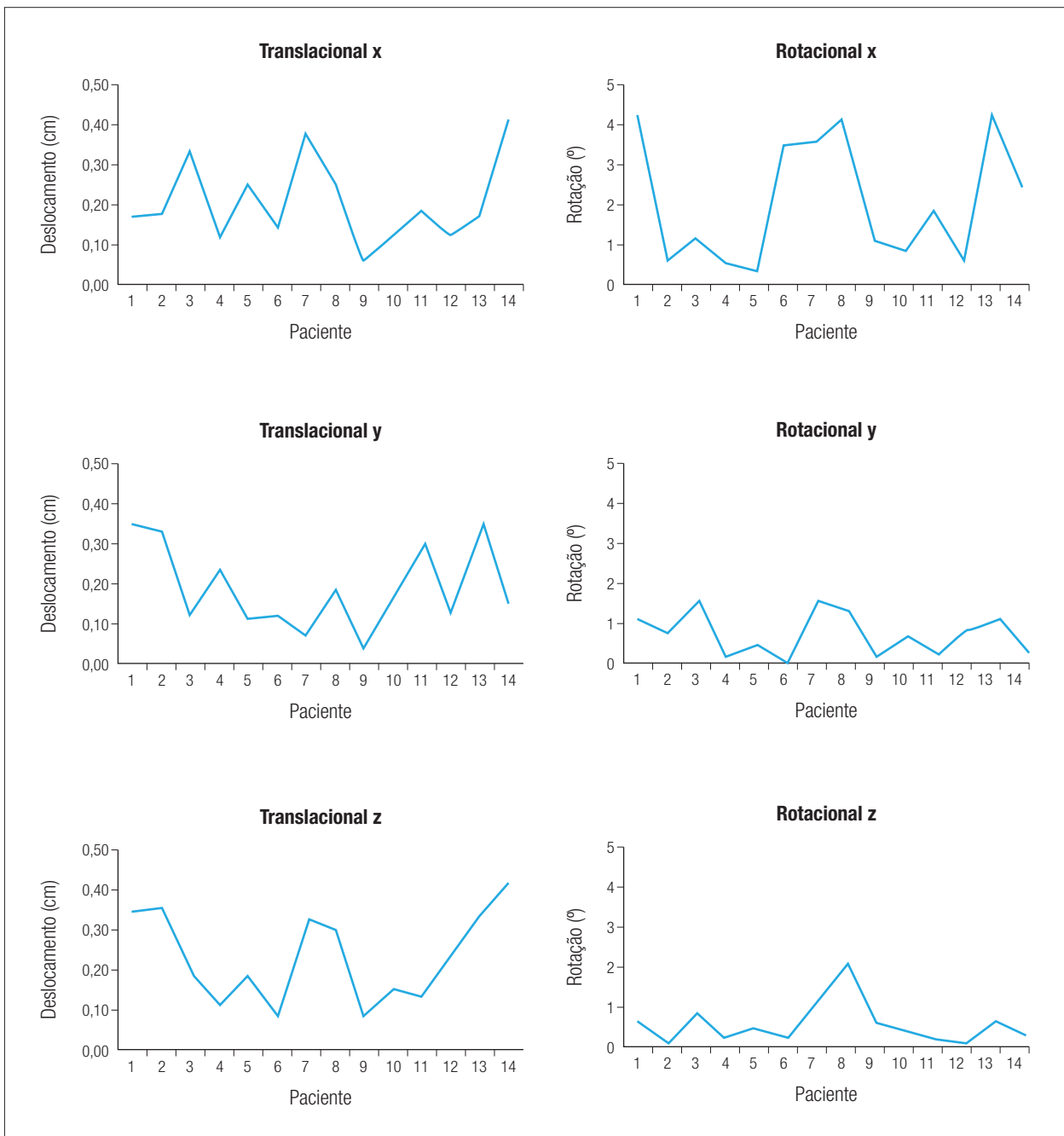


Figura 3. Deslocamentos translacionais e rotacionais dos pacientes de próstata.

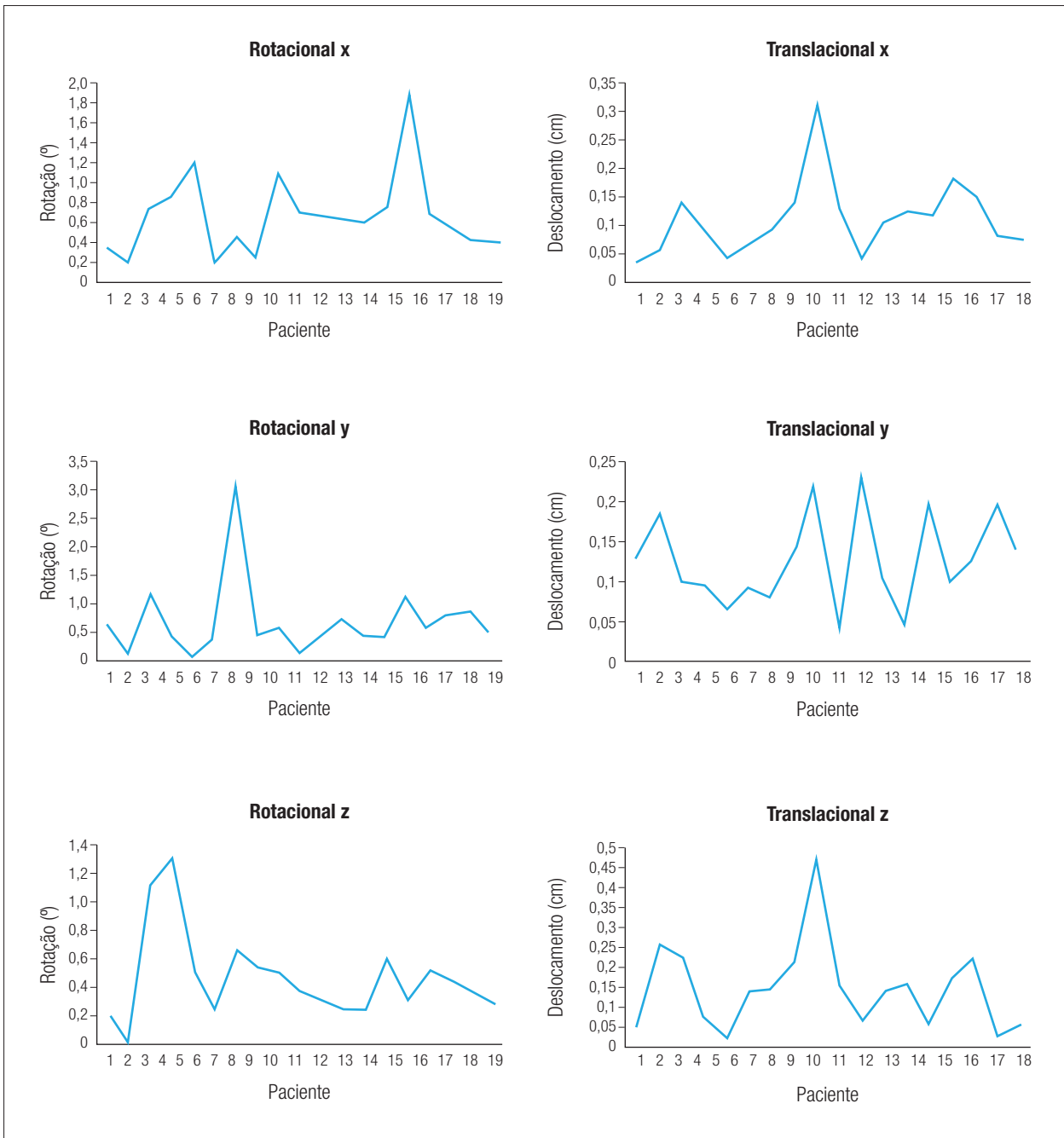


Figura 4. Deslocamentos translacionais e rotacionais dos pacientes de cabeça e pescoço.

Tabela 1. Média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% para os pacientes de próstata.

	Deslocamentos translacionais (cm)			Rotações (°)		
	x	y	z	x	y	z
Média	0,20	0,20	0,23	2,1°	0,8°	0,6°
Desvio padrão	0,10	0,10	0,11	1,5°	0,5°	0,5°
IC95%	0,41	0,40	0,45	5,1°	1,8°	1,7°

Tabela 2. Média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% para os pacientes de cabeça e pescoço.

	Deslocamentos translacionais (cm)			Rotações (°)		
	x	y	z	x	y	z
Média	0,11	0,13	0,15	0,66°	0,71°	0,45°
Desvio padrão	0,07	0,06	0,10	0,4°	0,6°	0,3°
IC95%	0,25	0,25	0,36	1,5,°	2,0°	1,1°

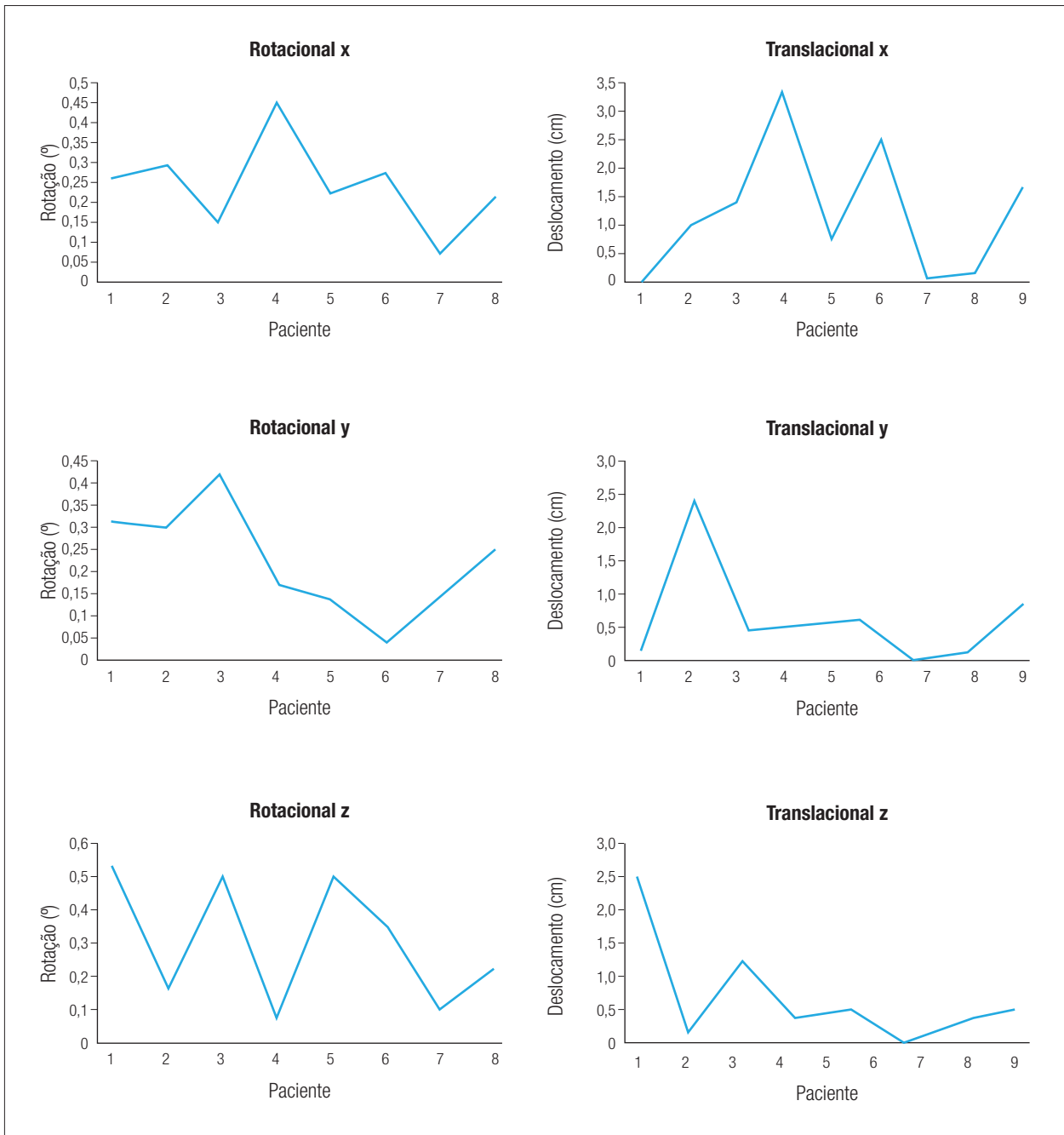


Figura 5. Deslocamentos translacionais e rotacionais dos pacientes de canal anal.

Tabela 3. Média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% para os pacientes de canal anal.

	Deslocamentos translacionais (cm)			Rotações (°)		
	x	y	z	x	y	z
Média	0,24	0,21	0,30	1,30°	0,61°	0,7°
Desvio padrão	0,11	0,12	0,18	1,1°	0,7°	0,8°
IC95%	0,46	0,45	0,67	3,5°	2,1°	2,3°

Os casos de próstata e canal anal, apesar de apresentarem maiores desvios translacionais, ficaram com valores dentro das margens previstas para os volumes de planejamento do alvo (PTV).

Os desvios rotacionais encontrados nos encorajam a avaliar a possibilidade de se aplicar tais correções na rotina do serviço, o que resultaria em uma concordância ainda maior entre o planejamento e o tratamento.

Referências

1. Bulla RTS. Métodos de Calibração de Câmaras de Ionização de Placas Paralelas para Dosimetria de Feixes de Elétrons: IPEN-USP. [Dissertação de Mestrado] – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; 1999.
2. Khan FM. Treatment Planning in Radiation Oncology. 2nd Edition. Lippincott Williams & Wilkins; 1994.
3. van Herk M. Errors and Margins in Radiotherapy. *Semin Radiat Oncol*. 2004;14(1):52-64.
4. ICRU, International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, Recording and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Therapy. *J ICRU*. 1999;62(Issued 1).
5. Tinger A, Michalski JM, Cheng A, Low DA, Zhu R, Bosch WR, et al. A Critical Evaluation of the Planning Target Volume for 3-D Conformal Radiotherapy of Prostate Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1998;42(1):213-21.
6. Tinger A, Michalski JM, Bosch WR, Valicenti RK, Low DA, Myerson RJ. An Analysis of Intertreatment and Intertreatment Displacements in Pelvic Radiotherapy Using Electronic Portal Imaging. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1996;34(3):683-90.
7. Colombo J, Rahal P. Alterações Genéticas em Câncer de Cabeça e Pescoço. *Revista Brasileira de Cancerologia*. 2009; 55(2):165-74.
8. Sociedade Americana de Câncer [homepage on the Internet]. Survival rates for prostate cancer [cited 2003 May]. Available from: <http://www.cancer.org/cancer/prostatecancer/detailedguide/prostate-cancer-survival-rates>
9. Hurkmans CW, Remeijer P, Lebesque JV, Mijnheer BJ. Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. *Radiother Oncol*. 2001;58(2):105-20.
10. Kupelian PA, Lee C, Langen KM, Zeidan OA, Mañon RR, Willoughby TR, et al. Evaluation of image-guidance strategies in the treatment of localized prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2008;70(4):1151-7.