

Verificação Geométrica dos Erros de Setup em Tratamentos Radioterápicos de Cabeça e Pescoço no Hospital Erasto Gaertner

Geometric Verification of Setup Errors in Head and Neck Radiotherapy Treatments at Erasto Gaertner Hospital

Amanda Pereira Ikeda¹, Fernanda Toledo², Carlla da Motta Oliveira³, Maíra Neves⁴

^{1,2,3,4}Hospital Erasto Gaertner, Curitiba, Brasil

Resumo

Os erros de setup correspondem a um grupo de erros sistemáticos e aleatórios que são inerentes ao processo de tratamento de radioterapia e definem a diferença entre a posição atual e a posição esperada do planejamento. A verificação geométrica por meio de técnicas de imagem permite determinar a direção e magnitude da posição de tratamento em relação ao planejado, possibilitando que correções sejam feitas para garantir que todo o alvo esteja dentro do volume tratado. Este estudo avaliou os erros de setup em quatro aceleradores lineares (que dispõem de sistema de verificação por imagem do tipo EPID e do tipo CR) do serviço de radioterapia do Hospital Erasto Gaertner, localizado em Curitiba-PR, Brasil. Foram coletados os deslocamentos observados nas imagens portais de 75 pacientes de cabeça e pescoço no período de dez/2021 a ago/2022. A partir dos deslocamentos foram calculados os erros de setup individual e populacional e derivados a partir destes os componentes sistemáticos e aleatórios. Assim, conseguimos estimar a margem do CTV para o PTV utilizando a fórmula sugerida por Van Herk. A média geral do erro médio populacional encontrada apresentou valores ideais, próximo de zero e a margem do PTV ficou em torno de 0,5 cm, o que está de acordo com as margens utilizadas no serviço. Isso mostra que o setor segue um protocolo e parâmetros de posicionamento por todos da equipe, evidenciando também que os acessórios utilizados conseguem alcançar uma reprodutibilidade desejada, permitindo que o tratamento seja feito dentro das margens de erros de setup adotadas no serviço.

Palavras-chave: radioterapia; cabeça e pescoço; verificação geométrica; erro de setup; margem de PTV.

Abstract

Setup errors correspond to a group of systematic and random errors that are inherent to radiotherapy treatment and relative to the difference between the planning and actual treatment position. Verification by imaging techniques allows the orientation and magnitude of the treatment position to be determined in relation to the plane, allowing corrections to be made to ensure that the entire target is within the treated volume. This study evaluated the configuration errors of four linear accelerators systems (which use EPID and CR imaging systems) of the Hospital Erasto Gaertner, located in Curitiba-PR. Displacement data from 75 head and neck patients was collected between December, 2021 and August, 2022. From these shifts, the individual and population errors were calculated and the systematic and random components were derived. Thus, the margin from CTV to PTV was estimated using Van Herk formula. The population mean error found was close to zero, and the CTV-PTV average margin was 0.5 cm, which is in accordance with the literature and margins used in the department. This shows that all sector members are following the established protocols and the accessories used can achieve the desired reproducibility, allowing treatments to be done within the margins adopted by the service.

Keywords: radiotherapy; head and neck; geometric verification; setup error; PTV margin.

1. Introdução

A Radioterapia é uma forma de tratamento local que recorre ao uso controlado de radiações ionizantes com fins terapêuticos permitindo a destruição das células tumorais ativas. Tendo como objetivos a erradicação do tumor, melhoria da qualidade de vida ou prolongamento da sobrevivência (1). Esses objetivos são atingidos com a conformação dos feixes de radiação sobre os volumes a irradiar e utilizando margens adequadas ao volume tumoral para incluir as incertezas do tratamento (2).

De acordo com as Normas do ICRU 50 e ICRU 62 “quando se define o volume alvo é necessário igualmente definir as margens adequadas, considerando o movimento dos órgãos internos e incertezas durante o tratamento do doente”. Para isso são definidos: o *Gross Tumor Volume (GTV)* que é o

volume visível ou palpável de crescimento maligno; *Clinical Target Volume (CTV)* volume que inclui o GTV e/ou doença microscópica subclínica; *Planning Target Volume (PTV)* volume que engloba o CTV e todas as incertezas geométricas, incluindo erros de posicionamento e os movimentos internos dos órgãos (3,4,5). Para tratamentos de tumores de cabeça e pescoço a margem sugerida do CTV para o PTV é de cinco a dez milímetros (6).

O erro de setup é definido como o desvio entre a posição real e a esperada. Normalmente é calculado como uma mudança na posição de tratamento quando uma imagem é comparada com sua referência correspondente. Para análise e subsequente correção são utilizadas referências ósseas, onde o erro de setup deve ser examinado em direções ortogonais, o que permite avaliar os deslocamentos nos três sentidos: lateral (X), vertical (Y) e longitudinal (Z). Por exemplo com o *gantry* 0°

gera uma imagem anterior e analisamos o látero-lateral (X) e súpero-inferior (Z), com o *gantry* 270° temos uma imagem lateral e analisamos o ântero-posterior (Y) e o súpero-inferior (Z) (7).

Segundo Boer (2001) “reduzir os erros associados ao posicionamento e imobilização dos doentes e as incertezas geométricas é um dos pontos essenciais para se poder diminuir as margens terapêuticas de segurança e aumentar as taxas de sucesso”, mas só se consegue ter um controle destas incertezas se conseguir fazer uma verificação adequada de todos os parâmetros de tratamento (8,7).

Estão disponíveis no mercado diversas formas de verificação por imagem, variando de adaptações de filmes-cassete irradiados com o próprio feixe de megavoltagem do acelerador a irradiações de quilovoltagem como o *CBCT (Cone Beam Computed Tomography)* (9).

Uma ferramenta nesta verificação é a imagem portal, que são imagens 2D ortogonais, do tipo: Radiografia Computadorizada (*Computed Radiography - CR*), com baixa qualidade devido ao baixo contraste, diminuindo a discriminação correta dos tecidos; ou utilizando o dispositivo eletrônico (*Electronic Portal Image Device - EPID*). Ambos permitem fazer uma comparação das imagens adquiridas no processo do tratamento com as obtidas na fase do planejamento, como a Imagem Digitalmente Reconstruída (*Digitally Reconstructed Radiographs, DRR*) pelo sistema de planejamento a partir da tomografia do paciente, nos permitindo avaliar os possíveis desvios relativos de posicionamento com correspondência satisfatória entre as estruturas (2, 10,11, 8).

Embora indesejáveis, os erros de posicionamento são inerentes ao processo de tratamento de Radioterapia (12). Temos dois tipos de erros de posicionamento: erros sistemáticos e erros aleatórios. O primeiro é um desvio que ocorre na mesma direção e é de magnitude semelhante para cada fração ao longo do tratamento. Já os erros aleatórios são desvios que podem variar em direções e magnitude para cada fração de tratamento administrada. Neste considera os movimentos dos órgãos e também um incorreto posicionamento do paciente, as margens de tratamento devem ser calculadas para incluir essas variações (7).

É difícil reduzir erros aleatórios, pois o paciente pode perder ou ganhar peso, o tumor pode diminuir ou crescer durante o período do tratamento, além dos movimentos dos órgãos que devem ser considerados como a respiração e a deglutição (13). Com o propósito de minimizar os erros sistemáticos para os pacientes de tumores de cabeça e pescoço que recebem radioterapia fracionada, o posicionamento padrão é realizado com máscaras termoplásticas moldadas e fixadas a outro dispositivo externo durante o tratamento a fim de limitar ao máximo a movimentação local (14).

Como consequência dos erros sistemáticos e aleatórios na cobertura do CTV temos que erros aleatórios, que variam de um dia para o outro, levam a um borramento na distribuição da dose cumulativa

em torno do CTV, enquanto que os erros sistemáticos podem levar a uma subdosagem cumulativa de uma parte do CTV e as vezes uma sobredosagem em algum órgão em risco. Devido a isso é necessária uma margem do CTV para PTV maior para garantir uma cobertura adequada das várias fontes de erros sistemáticos (7).

Existem inúmeras técnicas de correção. É possível realizar uma verificação *online*, ou seja, antes que o tratamento seja administrado se obtém a imagem portal que são comparadas com as imagens de referência utilizando um *software* dedicado e as correções são realizadas antes da aplicação da fração do tratamento. Outra forma é a verificação *offline* em que as possíveis correções na imagem serão realizadas após o tratamento ter sido administrado. Essas correções são aplicadas na fração seguinte do tratamento. A verificação *offline* permite reduzir os erros sistemáticos, mas não os erros aleatórios diários ao longo do todo o tratamento (7,12).

Este estudo avaliou os erros de setup e margem do CTV para o PTV após registro e análise das três coordenadas de posicionamento (X, Y e Z) obtidas após a sobreposição e observação das imagens portais com as imagens de planejamento (DRRs) em quatro aceleradores lineares do serviço de radioterapia do Hospital Erasto Gaertner, localizado em Curitiba-PR, Brasil.

2. Materiais e Métodos

Para a realização do projeto foram avaliados os deslocamentos observados em 468 imagens portais obtidas para 75 pacientes que trataram a região de cabeça e pescoço em quatro aceleradores lineares no serviço de radioterapia do Hospital Erasto Gaertner – Curitiba-PR, Brasil. No período de 17 de dezembro de 2021 a 19 de agosto de 2022. Para a avaliação dos deslocamentos observados é realizada uma pré-análise pela equipe de Dosimetristas e a liberação é realizada pelo médico responsável pelo paciente.

O protocolo da instituição para verificação de imagens segue o Protocolo eNAL, que inclui imagens portais nas três primeiras aplicações de tratamento, seguida de imagens semanais (15). Nenhum paciente foi submetido a irradiação adicional para o propósito do projeto.

Dos equipamentos estudados, um dispõe de sistema de aquisição de imagem *EPID*, utilizamos o *software Offline Review Vision 13.0* da *Varian Medical Systems* e os outros três realizam a verificação utilizando imagens de portal do tipo *CR*.

Foram coletados e registrados dados referentes a verificação por imagem nas três coordenadas de posicionamento (x, y e z) obtidas após sobreposição e/ou observação das imagens portais com as imagens de planejamento *DRR* de pacientes que trataram a região de cabeça e pescoço com tumores de laringe, nasofaringe, hipofaringe, orofaringe, cavidade oral, parótida, língua, base de língua, palato, entre outros. Utilizamos para fazer a comparação referencias ósseas estáveis como base

do crânio, corpos vertebrais, maxila, clavícula, seios da face e septo nasal.

Com o propósito de minimizar os erros de posicionamento, os pacientes de tumores de cabeça e pescoço são posicionados utilizando os seguintes acessórios de imobilização: suporte de cabeça e pescoço sobre base própria, onde é fixada máscara termoplástica e um suporte de conforto para as pernas ilustrado na Figura 1. Foram desconsiderados aqueles com posicionamento inabitual e com acessórios diferentes destes.



Figura 1. Acessórios de imobilização utilizados: a) suporte de cabeça e pescoço; b) base própria; c) máscara termoplástica e d) conforto para pernas.

Para analisar os desvios dos erros de um indivíduo ou população e o componente sistemático e o aleatório, utilizamos as equações descritas a seguir (1 a 5).

2.1. Erro sistemático individual

O erro sistemático individual ($m_{individual}$) é erro médio de setup para um paciente individual. É calculado somando o erro de configuração medido para cada fração de imagem individual ($\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n$) e depois dividido pelo número de frações de imagem (n) (7):

$$m_{individual} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n}{n} \quad (1)$$

2.2. Erro aleatório individual

O erro aleatório individual ($\sigma_{individual}$) é o desvio padrão dos erros de setup em torno do valor individual médio correspondente (m) derivado da Equação 1. É calculado somando os quadrados das diferenças entre a média e o erro de setup de cada imagem por vez. A soma resultante é dividida pelo número de imagens menos um e a raiz quadrada do valor resultante é necessária para fornecer o $\sigma_{individual}$ (7).

$$\sigma_{individual}^2 = \frac{(\Delta_1 - m)^2 + (\Delta_2 - m)^2 + \dots + (\Delta_n - m)^2}{(n-1)} \quad (2)$$

2.3. Erro médio populacional

O erro médio populacional (M_{pop}) representa a média geral do grupo de pacientes analisados. É calculado com a soma das médias de cada paciente individual ($m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_p$) dividido pelo número de pacientes do grupo (P). Aproxima idealmente para zero, qualquer valor diferente deste requer especial atenção a todo processo, desde o planejamento à administração do tratamento (7,16).

$$M_{pop} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_p}{P} \quad (3)$$

2.4. Erro sistemático populacional

O erro sistemático populacional (\sum_{setup}) é definido como o desvio padrão dos erros médios individuais de setup sobre a média geral da população (M_{pop}). É calculado somando os quadrados das diferenças entre a média geral da população derivada da Equação 3 e a média de cada paciente individual derivada da Equação 1 (7).

$$\sum_{setup}^2 = \frac{(m_1 - M_{pop})^2 + (m_2 - M_{pop})^2 + \dots + (m_n - M_{pop})^2}{(P-1)} \quad (4)$$

2.5. Erro aleatório populacional

O erro aleatório populacional (σ_{setup}) é a média de todos os erros aleatórios individuais ($\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_p$) (7).

$$\sigma_{setup} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_p}{P} \quad (5)$$

Depois de determinado esses parâmetros, conseguimos definir as margens de segurança aplicadas nos planejamentos dos tratamentos de radioterapia de cabeça e pescoço do Hospital Erasto Gaertner com a fórmula sugerida por Van Herk (18):

$$PTV\ margin = a\sum + b\sigma \quad (6)$$

Onde \sum e σ correspondem a soma combinada dos desvios padrão de todos os erros sistemáticos e aleatórios contribuintes, respectivamente, sendo a e b constantes que indicam a contribuição dos componentes sistemáticos e aleatórios e são dependentes de fatores como arranjo de feixes e probabilidade de cobertura (7).

Neste projeto será utilizada a sugestão de Van Herk (2000), no qual foi derivado uma receita de margem para garantir que 90% dos pacientes da população recebam uma dose cumulativa mínima de CTV de pelo menos 95% da dose prescrita. Sendo a constante utilizada no valor de $a = 2,5$ e $b = 0,7$, onde a margem do PTV é igual a 2,5 vezes o desvio padrão total de erros sistemáticos mais 0,7 vezes o desvio padrão total de erros aleatórios (17).

3. Resultados

Foram encontrados os valores de erros sistemáticos e aleatórios, assim como a margem do CTV para o PTV. Um equipamento foi desconsiderado da análise individual, por não possuir população suficiente. Estão discriminados os valores encontrados para os deslocamentos nos sentidos lateral (X), vertical (Y) e longitudinal (Z).

Na Tabela 1 estão representados os valores encontrados para a margem de CTV para o PTV para a população.

Tabela 1. Resultados encontrados para população (cm).

	X	Y	Z
Σ setup pop	0,12	0,14	0,12
σ setup pop	0,17	0,19	0,21
Margem CTV para PTV	0,41	0,49	0,45

Fonte: A autora (2023).

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam uma análise individual para os três equipamentos. Sendo a Tabela 2 para o equipamento que dispõe do sistema de aquisição de imagem do tipo EPID e as Tabelas 3 e 4 do tipo CR.

Tabela 2. Resultado encontrado no equipamento que dispõe do sistema de aquisição do tipo EPID (cm).

	X	Y	Z
Σ setup pop	0,07	0,08	0,10
σ setup pop	0,15	0,19	0,26
Margem CTV para PTV	0,29	0,33	0,42

Fonte: A autora (2023).

Tabela 3. Resultado encontrado no equipamento 1 que dispõe de sistema de verificação do tipo CR (cm).

	X	Y	Z
Σ setup pop	0,12	0,16	0,13
σ setup pop	0,18	0,18	0,20
Margem CTV para PTV	0,42	0,52	0,45

Fonte: A autora (2023).

Tabela 4. Resultado encontrado no equipamento 2 que dispõe de sistema de verificação do tipo CR (cm).

	X	Y	Z
Σ setup pop	0,11	0,15	0,11
σ setup pop	0,14	0,21	0,20
Margem CTV para PTV	0,38	0,52	0,41

Fonte: A autora (2023).

Na Tabela 5 temos o Erro médio populacional (M_{pop}) para a população e individualmente por equipamento.

Tabela 5. Erro médio populacional (M_{pop}) dos três equipamentos (cm).

	X	Y	Z
Resultado encontrado para população	0,04	0,00	-0,12
Equipamento com EPID	0,03	0,00	-0,02
Equipamento 1 com CR	0,07	0,00	-0,11
Equipamento 2 com CR	-0,03	-0,01	-0,20

Fonte: A autora (2023).

4. Discussão

A imagem portal é uma ferramenta poderosa na avaliação dos procedimentos em relação ao posicionamento do doente. A introdução de um suporte confortável e personalizado para cabeça e pescoço, em combinação com a correção da imagem portal adquirida, leva a uma melhoria global da reprodutibilidade do posicionamento do paciente (2, 6).

Analisando a média da margem de PTV, para todas as direções, na população de 75 pacientes (Tabela 1) encontramos o desvio de 0,45 cm. Estando abaixo da margem adotada no serviço que varia de 0,5 cm a 1,0 cm. Esse valor também está abaixo dos cinco milímetros que Gupta et al (2007) encontrou em seu estudo onde analisaram 25 pacientes com o intuito de avaliar a precisão do tratamento de tumores de cabeça e pescoço, verificando que 93% dos desvios estavam dentro de cinco milímetros em todas as três direções (6,18).

Ao considerar cada equipamento individualmente, observamos que o desvio encontrado no equipamento que dispõe de sistema de aquisição de imagem EPID, indicado na Tabela 2, mostra que a média das incertezas geométricas, para as coordenadas X, Y e Z, são de 0,35 cm, o que é ligeiramente menor, quando comparadas com as médias dos equipamentos 1 e 2 (Tabela 3 e 4) que dispõem de sistema de verificação do tipo CR que foram, respectivamente, de 0,46 e 0,44 cm.

Essa variação pode ser ocasionada pelo método de avaliação ser diferente. Para o equipamento do tipo EPID ao combinar as imagens um software dedicado fornece a distância entre elas, existindo a possibilidade de janelamento nas imagens, resultando em uma melhora para visualização das estruturas anatômicas ósseas quando comparado com as imagens do tipo CR impressas em papel onde falta qualidade da impressão, além das medidas serem realizadas manualmente.

Ainda, ao analisar os erros sistemáticos populacionais (Σ setup) e os erros aleatórios populacionais (σ setup) das Tabelas 2, 3 e 4 verificamos que a média das incertezas geométricas, para as coordenadas X, Y e Z, do desvio padrão do equipamento que dispõe de sistema de aquisição de imagem EPID é de 0,08 cm e 0,2 cm; contra 0,13 cm e 0,19 cm da média dos equipamentos que dispõe de sistema de verificação do tipo CR. Indicando que ambos os métodos de verificação são eficazes, pois estão abaixo do valor de 0,3 cm encontrados em outros estudos sobre os erros sistemáticos e aleatórios populacionais (6, 19).

Um estudo realizado Sharp et al (2005) avaliaram 241 doentes utilizando dois tipos de máscara termoplásticas, um modelo que fixa cabeça e ombros e outra que fixa apenas a cabeça. Esta última mostrou que reduz a sensação de claustrofobia e não compromete a reprodutibilidade do tratamento. Demonstrando que as diferenças encontradas não são ocasionadas pelos acessórios de imobilização (13).

Moura (2017) observou em seu estudo que o erro médio populacional idealmente deve ser próximo de zero e qualquer valor diferente requer atenção em todo processo de planejamento. Esta medida está associada ao erro sistemático populacional e reflete a exatidão global do sistema para uma determinada população de pacientes (16).

Ao analisar o erro médio populacional (Tabela 5) do equipamento que dispõe de sistema de aquisição de imagem EPID não foi necessariamente menor que os equipamentos 1 e 2, que dispõe de sistema de verificação do tipo CR. Os valores estão bem próximos ou iguais a zero, idealmente como analisa Moura (2017), mostrando de forma positiva a exatidão e reprodutibilidade. Qualquer valor diferente deste refletem a imprecisão do sistema podendo estar relacionado com métodos de aquisição de imagem e procedimentos que introduzem viés no decorrer do processo, desde o planejamento à administração do tratamento (16).

5. Conclusão

Concluimos que ambos os métodos de sistema de aquisição de imagem utilizado são eficazes e a média geral do erro médio populacional (que analisamos ser bem próximo ou igual a zero) e da margem do *PTV* (0,5 cm) está de acordo com a margem utilizada no serviço que varia de 0,5 a 1,0 cm. Reflete de forma positiva a exatidão global do sistema, mostrando que o setor segue um protocolo e parâmetros de posicionamento por todos da equipe, evidenciando também que os acessórios utilizados conseguem alcançar uma reprodutibilidade desejada, permitindo que o tratamento seja feito dentro das margens de erros de setup adotadas no serviço.

Referências

- Perez CA, Brady LW, Halperin EC, Wazer DE. Principles and Practice of Radiation Oncology. 2013.
- Patrício, RMQ. Avaliação dos desvios no posicionamento dos tumores de cabeça e pescoço. Porto (PT): Instituto Politécnico do Porto; 2015.
- ICRU. Report 50: International Commission on Radiation Units and Measurements ICRU Report 50. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. ICRU. Bethesda. MD. 1993.
- ICRU. Report 62: Prescribing, recording and reporting photon beam therapy: (supplement to ICRU report 50). Bethesda. MD. 1999.
- McGarry CK, Cosgrove VP, Fleming VA, O'Sullivan JM, Hounsell AR. An analysis of geometric uncertainty calculations for prostate radiotherapy in clinical practice. The British Journal of Radiology. 2009; 140-147.
- Van Lin EN, Van der Vught L, Huizenga H, Kaanders JH, Visser AG. Set-up improvement in head and neck radiotherapy using a 3D off-line EPID-based correction protocol and a customized head and neck support. Radiotherapy & Oncology. 2003; 137-48.
- Hoskin P, et al. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy. Londres (GB): The Royal College of Radiologist; 2008.
- De Boer HCJ, Heijmen BJM. A protocol for the reduction of systematic patient setup errors with minimal portal imaging workload. Radiotherapy & Oncology. 2001; 1350-1365.
- Van Herk M. Different styles of image-guided radiotherapy. In: Seminars in radiation oncology. WB Saunders. 2007; 258-267.
- Van Asselen B, Dehnad H, Raaijmakers CP, Lagendijk JJ, Terhaard CH. Implanted gold markers for position verification during irradiation of head-and-neck cancers: a feasibility study. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2004; 1011-1017.
- Nadalin W. Reprodutibilidade de posicionamento em radioterapia. Revista Brasileira. 2010; 155-162.
- Boer HC, Koste JRS, Creutzberg CL, Visser AG, Levendag PC, Heijmen BJ. Electronic portal image assisted reduction of systematic set-up errors in head and neck irradiation. Radiotherapy & Oncology. 2001; 299-307.
- Sharp L, Lewin F, Johansson H, Payne D, Gerhardsson A, Rutqvist LE. Randomized trial on two types of thermoplastic masks for patient immobilization during radiationtherapy for head-and-neck cancer. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2005; 250-6.
- Zhang L, et al. Multiple regions-of-interest analysis of setup uncertainties for head-and-neck cancer radiotherapy. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2006; 1559-6.
- De Boer HCJ, Heijmen BJM. eNAL: an extension of the NAL setup correction protocol for effective use of weekly follow-up measurements. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2007; 1586-1565.
- Moura, FC. Análise do erro em radioterapia: Impacto dos protocolos de verificação na variabilidade e margem de tratamento. Lisboa (PT): Instituto Politécnico de Lisboa; 2017.
- Van Herk M, et al. The probability of correct target dosage: Dose population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2000; (47):1121-1135.
- Gupta T, et al. Assessment of three-dimensional set-up errors in conditional head and neck radiotherapy using electronic portal imaging device. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2007; 1-8.
- Donato K, Leszczynski K, Fleming K. A comparative evaluation of two head and neck immobilization devices using electronic portal imaging. The British Journal of Radiology. 2006; 158 -161.

Contato:

Amanda Pereira Ikeda
Hospital Erasto Gaertner
Rua Dr. Ovande do Amaral, 201- Jardim das
Américas, Curitiba – PR, 81520-060
amandaikeda@hotmail.com