

Impacto da Técnica de Retenção do Fôlego na Dose Cardíaca e Pulmonar em Pacientes Submetidos à Radioterapia da Mama Esquerda

Impact of Deep Inspiration Breath Hold Technique on Cardiac and Pulmonary Dose in Patients Undergoing Left Breast Radiotherapy

Ana Cristina B P Leoni¹, Georgia Adriana A Alves², Francine X S Santos¹,
Patricia Sbaraini¹, Angela de Lima Gonzaga³, Daniela Barletta⁴

¹Física Médica, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

²Faculdade de Física Médica, UFCSPA, Porto Alegre, Brasil

³Biomédica, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

⁴Médica Radioncologista, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

Resumo

O papel do planejamento na radioterapia do câncer de mama esquerda tem como principal objetivo tratar a mama, limitando a dose em órgãos adjacentes a área irradiada, como coração, pulmão e artéria descendente anterior, buscando garantir qualidade de vida da paciente ao minimizar a probabilidade de danos futuros a esses órgãos. Este estudo visa avaliar a redução de dose cardíaca e pulmonar, ao utilizar a técnica de inspiração profunda com retenção de fôlego (DIBH, do inglês *deep inspiration breath hold*) quando comparado com o tratamento tradicional em respiração livre (RL). Foram coletados os dados dosimétricos de 64 pacientes submetidas a radioterapia da mama esquerda no período de 2021 a 2023. Os casos foram planejados com radioterapia conformacional tridimensional, no sistema de planejamento Eclipse v15.6, com feixe de fótons de um acelerador linear TrueBeam Stx, com campos tangentes. A prescrição foi de hipofracionamento moderado com boost sequencial ou concomitante. Todas as pacientes selecionadas tinham realizado tomografia computadorizada (TC) de planejamento em RL e DIBH, sendo realizado o planejamento em ambas as aquisições de imagens. Os planejamentos foram realizados de modo a não haver diferença significativa na cobertura do alvo em ambas tomografias. A dose média em coração teve, na média, uma redução de 46,13% ($\pm 18,06\%$), enquanto a artéria descendente anterior (ADA) teve, na média, uma redução de 65,86% ($\pm 22,21\%$) na dose média. Não foram encontradas diferenças significativas para a dose no pulmão esquerdo.

Palavras-chave: física médica; radioterapia; planejamento, câncer de mama esquerda, DIBH, artéria descendente anterior.

Abstract

The role of radiotherapy in left breast cancer primarily aims to treat the breast while limiting the dose to adjacent organs in the irradiated area, such as the heart, lungs, and anterior descending artery, seeking to ensure the patient's quality of life by minimizing the probability of future damage to these organs. This study aims to evaluate the reduction in cardiac and pulmonary dose when using the deep inspiration breath-hold (DIBH) technique compared to traditional free-breathing (FB) treatment. Dosimetric data were collected from 64 patients who underwent left breast cancer treatment from 2021 to 2023. The cases were planned using three-dimensional conformal radiotherapy on the Eclipse v15.6 planning system, with photon beams from a TrueBeam Stx linear accelerator, employing tangential fields. The prescription was for moderate hypofractionation with sequential or concurrent boost. All selected patients had undergone planning computed tomography (CT) scans in FB and DIBH, with planning conducted for both image acquisitions. Plans were developed to ensure no significant difference in target coverage between both CT scans. The mean dose to the heart showed an average reduction of 46.13% ($\pm 18.06\%$), while the left anterior descending artery (LAD) exhibited an average reduction of 65.86% ($\pm 22.21\%$) in mean dose. No significant differences were found in the dose to the left lung.

Keywords: medical physics; radiotherapy; planning, left breast cancer, DIBH, left anterior descending artery.

1. Introdução

De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2019 (1), o câncer é a primeira ou segunda principal causa de morte antes dos 70 anos de idade, se tornando uma das principais barreiras para o aumento da expectativa de vida em todo o mundo.

O ministério da saúde, através do Instituto Nacional de Câncer (INCA), em sua publicação das Estimativas de Câncer no Brasil (2), informa que são esperados 704 mil casos novos de câncer no Brasil para cada ano do triênio 2023-2025, com destaque

para as regiões Sul e Sudeste, que concentram cerca de 70% da incidência. De acordo com os dados publicados, nas mulheres, o câncer de mama é o de maior incidência, depois do câncer de pele não melanoma, com 74 mil casos novos previstos por ano até 2025 (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição proporcional dos dez tipos de câncer mais incidentes estimados para 2023 para mulheres, exceto pele não melanoma*

	Localização Primária	Casos	%
Mulheres	Mama feminina	73.610	30,1%
	Cólon e reto	23.660	9,7%
	Colo do útero	17.010	7,0%
	Traqueia, brônquio e pulmão	14.540	6,0%
	Glândula tireoide	14.160	5,8%
	Estômago	8.140	3,3%
	Corpo do útero	7.840	3,2%
	Ovário	7.310	3,0%
	Pâncreas	5.690	2,3%
	Linfoma não Hodgkin	5.620	2,3%

Fonte: MS/INCA (2024).

No mundo, o câncer de mama é a principal causa global de incidência (Figura 1), com risco estimado de 47,80 casos a cada 100 mil mulheres, isso somente em 2020, onde ocorreram cerca de 2,3 milhões de casos novos¹.

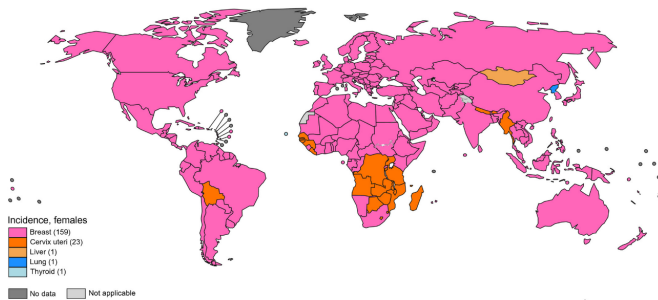


Figura 1 – Tipo de incidência mais comum em mulheres, em 2020, em cada país. Fonte: GLOBOCAN (2020).

Nas mulheres, o câncer de mama, além de ser o câncer mais comumente diagnosticado, também é a principal causa de morte por câncer (1). A Figura 2 mostra os 10 principais tipos de câncer em termos de casos e mortes estimados em todo o mundo para mulheres, o câncer de pele não melanoma está incluído na categoria “outros”.

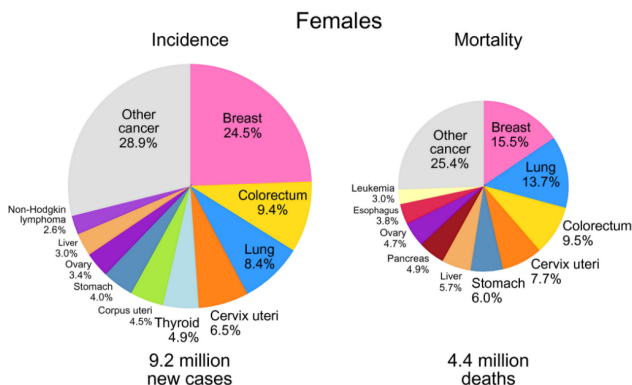


Figura 2 – Distribuição de casos e mortes para os 10 tipos de câncer mais comuns em 2020 para mulheres. Fonte: GLOBOCAN (2020).

A radioterapia tem um papel importante no tratamento do câncer de mama, visando destruir células tumorais, melhorando os desfechos clínicos como controle local, sobrevida livre de doença e sobrevida global. No entanto, mesmo com novas tecnologias utilizadas, que aumentam a precisão na entrega da dose, a radioterapia pode levar a danos em tecidos saudáveis adjacentes ao volume alvo a longo prazo.

Em 2013 foi publicado no The New England Journal of Medicine, um estudo de caso-controle de base populacional sobre eventos coronarianos importantes (3) (isto é, infarto do miocárdio, revascularização coronariana ou morte por doença cardíaca isquêmica) em 2.168 mulheres submetidas à radioterapia para câncer de mama. A publicação concluiu que as taxas de eventos coronarianos aumentaram linearmente com a dose média no coração em 7,4% por gray recebido, e o risco começou a aumentar nos primeiros 5 anos após a exposição e continuou durante pelo menos 20 anos. O aumento proporcional na taxa de eventos coronarianos por gray foi semelhante em mulheres com e sem fatores de risco cardíaco no momento da radioterapia.

Nesse contexto, o uso da técnica de inspiração profunda com retenção de fôlego (DIBH, do inglês *deep inspiration breath hold*) pode ajudar a reduzir consideravelmente o volume do coração irradiado das pacientes em tratamento radioterápico de mama esquerda (4,5), em comparação ao tratamento tradicional com respiração livre (RL), diminuindo a dose recebida pelo órgão e podendo contribuir para redução da probabilidade de eventos coronarianos.

O DIBH é uma técnica na qual a paciente é instruída a realizar uma inspiração profunda e sustentá-la por alguns segundos, tanto durante a aquisição da tomografia computadorizada (TC), quanto durante a aplicação da radioterapia. Dessa forma, com a expansão pulmonar e o rebaixamento da cúpula diafragmática, espera-se o deslocamento do volume cardíaco posterior e inferiormente, se afastando assim da região de tratamento (4).

Há variações anatômicas assim como variações na capacidade da paciente em adquirir e sustentar uma inspiração profunda. A monitoração da inspiração durante a aquisição da imagem e aplicação do tratamento é crucial para reproduzir o *gating* respiratório, pois permite acompanhar em tempo real a respiração do paciente, garantindo que o tratamento seja entregue apenas quando o paciente está na fase de inspiração profunda desejada.

Este estudo visa avaliar a redução de dose cardíaca e pulmonar, ao utilizar a técnica de DIBH, quando comparado com o tratamento em RL.

2. Materiais e Métodos

Foram analisados, retrospectivamente, os planejamentos de 64 pacientes, que realizaram radioterapia da mama esquerda em um hospital privado de Porto Alegre, no período de 2021 a 2023. Todas as pacientes realizaram TC em respiração livre e em inspiração profunda, com acessório BreastSTEP™ e braço ipsilateral elevado (Figura 3). As imagens foram importadas no sistema de planejamento Eclipse v15.6 e delineadas conforme descrito no protocolo RTOG 1005 (6). Os OARs foram delineados pela mesma dosimetrista, e os planos em inspiração e respiração livres, comparados entre si, foram planejados pela mesma física médica, reduzindo a incerteza oriunda da variação profissional-dependente. Todos os casos foram planejados com radioterapia conformacional tridimensional, com campos tangentes e uso da técnica de *field-in-field*. Foi utilizada energia de 6MV nos campos tangentes e, em alguns casos, energia de 10MV nos subcampos. Todos os planejamentos avaliados foram prescritos com 4005 cGy em 15 frações no volume da mama esquerda. Dos 64 casos avaliados, 1 não realizou irradiação de reforço, 37 realizaram reforço de dose concomitante e 26 fizeram reforço de dose sequencial. Neste estudo, para os 27 casos em que não foi planejado dose de reforço concomitante, foi avaliado somente o planejamento da mama esquerda.

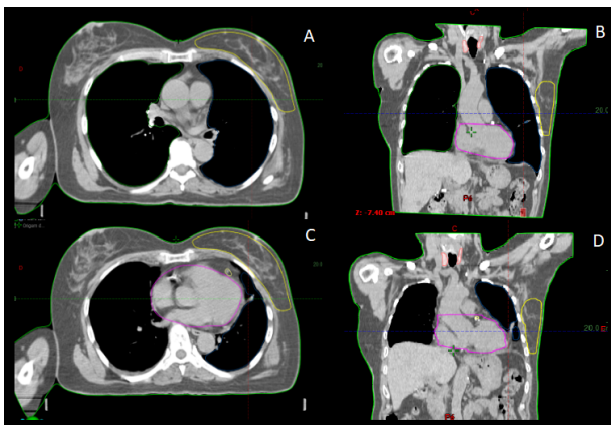


Figura 3 - Corte tomográfico axial em DIBH (A), corte tomográfico coronal em DIBH (B) e Corte tomográfico axial em RL (C), corte tomográfico coronal em RL (D).

3. Resultados

Nesse estudo, foram avaliados os resultados dosimétricos dos planejamentos em DIBH e RL de 64 pacientes de câncer de mama esquerda. A média de idade das pacientes foi de 60,5 anos ($\pm 10,3$ anos). Para ambos planejamentos foram avaliados a dose

nos OARs: coração, artéria coronária descendente anterior (ADA), pulmão esquerdo, além da cobertura do volume alvo.

Os planejamentos foram realizados de modo a não haver diferença significativa na cobertura do alvo em ambas tomografias, RL e DIBH. A dose média em coração teve, na média, uma redução de 46,13% ($\pm 18,06\%$), com resultados variando entre 3,9% e 80,1%, enquanto a ADA teve, na média, uma redução de 65,86% ($\pm 22,21\%$) na dose média, variando entre 2,88% e 91,18%. Os Gráficos 1 e 2 apresentam a dose média para coração e ADA em DIBH e RL, respectivamente, enquanto os Gráficos 3 e 4 apresentam a distribuição da redução de dose média para coração e ADA.

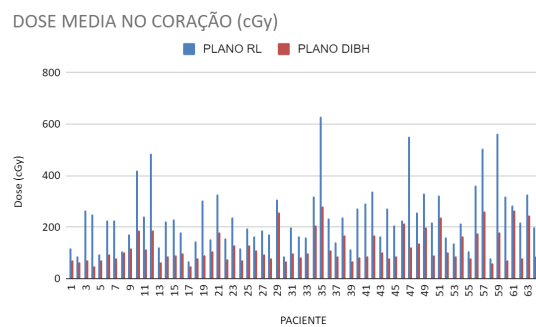


Gráfico 1 - Dose média no coração em RL E DIBH para cada paciente avaliada.

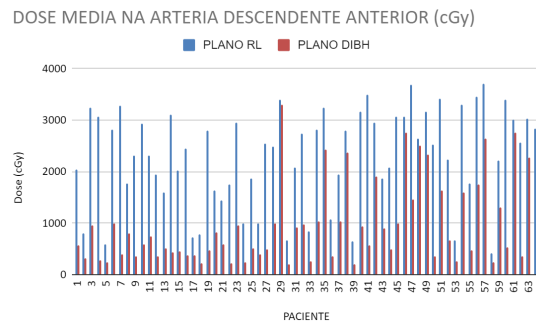


Gráfico 2 - Dose média na ADA em RL E DIBH para cada paciente avaliada.

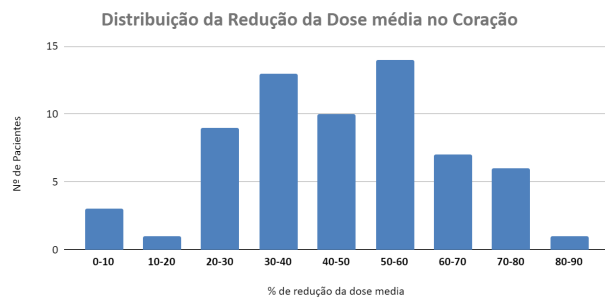


Gráfico 3 - Distribuição da redução de dose média para coração.

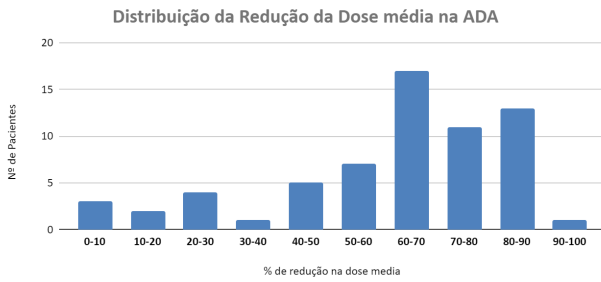


Gráfico 4 - Distribuição da redução de dose média para coração e ADA.

A Tabela 2 apresenta as medianas dos valores de V16Gy, V8Gy, V4Gy para pulmão esquerdo; V8Gy, V16Gy e dose média para coração e dose média para ADA nos planos em RL e DIBH.

Tabela 2 - Limites de tolerância para OARs

Item	Pulmão Esquerdo			Coração		ADA	
	V16Gy %	V8Gy %	V4Gy %	V16Gy %	V8Gy %	Dose Média (cGy)	Dose Média (cGy)
RL	14,27	18,49	26,61	2,53	3,99	219,85	2507,15
DIBH	12,30	16,85	26,28	0,01	0,21	96,15	583,55
REDUÇÃO	13,84%	8,90%	1,28%	99,6%	94,7%	56,27%	76,72%

Fonte: O autor (2024).

4. Discussão

Embora o volume do pulmão esquerdo tenha aumentado em média 1,8x na tomografia em DIBH em relação à tomografia em RL, não foi observado uma diferença significativa nas doses de pulmão esquerdo. Entretanto, em todos os casos estudados as doses cardíacas ficaram menores em DIBH quando comparado com a RL. Para os limites de dose avaliados em coração e ADA (Tabela 2), todos os valores encontrados demonstraram uma importante vantagem dosimétrica no uso da técnica de inspiração profunda com retenção de fôlego.

Os resultados apresentados na Tabela 2 estão em consonância com a literatura existente, que relata uma redução significativa na dose média cardíaca, superando 50%, e uma diminuição na ADA entre 20% e 70% (4,5). Esses achados reforçam o impacto positivo no uso da técnica.

De toda a população do presente estudo, somente uma paciente não se beneficiou da técnica de DIBH, apresentando uma diferença pouco significativa nas doses avaliadas em ambos planejamentos, tanto para pulmão esquerdo, quanto para coração e ADA, apesar de uma expansão torácica adequada.

5. Conclusões

A utilização do DIBH é uma estratégia eficaz para reduzir a dose cardíaca, demonstrando consistência na redução da dose em coração e ADA, sem prejudicar a cobertura do volume de tratamento.

A aquisição das imagens para esse tipo de planejamento e sua execução diária no tratamento passam por um treinamento da equipe, seleção e colaboração da paciente, assim como equipamento adequado, tornando seguro, reprodutível e confiável.

Referências

- Sung H, Ferlay J, Siegel R, Laversanne M, Soerjomataram I. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. 2021. doi.org/10.3322/caac.21660
- Instituto Nacional de Câncer (Brasil). Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer.Ministério da Saúde – Rio de Janeiro: INCA, 2022.
- Darby S. C., Ewertz M., MacGale P., Bennet A., Blom-Goldman U., Bronnum D., Correa Candace, Cutter D. et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer. N Engl J Med 2013; 368:987-998.doi: 10.1056/NEJMoa1209825
- Stowe, Hayley B et al. Heart Sparing Radiotherapy Techniques in Breast Cancer: A Focus on Deep Inspiration Breath Hold. Breast cancer (Dove Medical Press) vol. 14 175-186. 20 Jul. 2022, doi:10.2147/BCTT.S282799
- Gaál, S., Kahán, Z., Paczona, V. et al. Deep-inspirational breath-hold (DIBH) technique in left-sided breast cancer: various aspects of clinical utility. Radiat Oncol 16, 89 (2021). https://doi.org/10.1186/s13014-021-01816-3
- F.A. Vicini, K. Winter, G.M. Freedman, et al. NRG RTOG 1005: A Phase III Trial of Hypo Fractionated Whole Breast Irradiation with Concurrent Boost vs. Conventional Whole Breast Irradiation Plus Sequential Boost Following Lumpectomy for High Risk Early-Stage Breast Cancer, International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*Physics, Volume 114, Issue 3, Supplement, 2022, Page S1, ISSN 0360-3016, https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2022.07.2320.

Contato:

Ana Cristina Bratkowski Pereira Leoni
Hospital Moinhos de Vento
Tiradentes 333, subsolo
Porto Alegre/ RS
ana.cristina@hmv.org.br