

THE COMBINED VALUE OF IMRT AND 3D-CRT TECHNIQUES FOR BREAST CANCER TREATMENT AT HANOI ONCOLOGY HOSPITAL

Nguyen Huu Nghia*, Hoang Van Toan, Dang Quoc Soai, Pham Thi Tuyet, Vu Truong

Hanoi Oncology Hospital - 42A Thanh Nhan, Bach Mai ward, Hanoi, Vietnam

Received: 23/9/2025

Revised: 15/10/2025; Accepted: 22/10/2025

ABSTRACT

Objective: To evaluate the feasibility of combined radiotherapy using IMRT and 3D-CRT techniques, with the aim of expanding optimal treatment options for patients with breast cancer.

Subject and methods: The study subjects included CT series of breast cancer patients who had an indication for adjuvant radiotherapy after definitive surgery at the Department of Radiotherapy, Hanoi Oncology Hospital from February 2024 to September 2024. The study design was quantitative and cross-sectional. Dosimetric parameters of the 3D-CRT and the combined regimen were compared.

Results: There were 20 CT series of patient in this study (10 left-sided and 10 right-sided breast cancers). All dosimetric parameters for both the 3D-CRT and the combined IMRT and 3D-CRT plan were within acceptable limits. The quality assurance results, as measured by the Gamma Index, were 95.19% for the 3D-CRT regimen and 99.11% for the combined regimen. The lung volume receiving 20 Gy in the combined regimen increased by 3.68% to 27.77%. However, no patients had a the lung volume receiving 20 Gy exceeding 30%. The planning target volume fraction receiving 95% of the prescribed dose was 99.65% for the combined regimen and 90.78% for the 3D-CRT regimen.

Conclusion: The combination of 3D-CRT and IMRT in breast cancer radiotherapy is feasible. The choice of radiation therapy planning technique will depend on the consensus among the patient, doctor, and medical physicist for each specific case.

Keywords: Combined plan, IMRT, 3D-CRT.

*Corresponding author

Email: nguyenhuunghia1711@gmail.com **Phone:** (+84) 354391166 **Https://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD20.3597**



GIÁ TRỊ KẾT HỢP HAI PHƯƠNG PHÁP XẠ TRỊ IMRT VÀ 3D-CRT TRONG XẠ TRỊ UNG THƯ VÚ SAU PHẪU THUẬT TRIỆT CĂN TẠI BỆNH VIỆN UNG BƯỚU HÀ NỘI

Nguyễn Hữu Nghĩa*, Hoàng Văn Toán, Đặng Quốc Soái, Phạm Thị Tuyết, Vũ Trường

Bệnh viện Ung bướu Hà Nội - 42A Thanh Nhân, phường Bạch Mai, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài: 23/9/2025

Ngày chỉnh sửa: 15/10/2025; Ngày duyệt đăng: 22/10/2025

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá tính khả thi của kết hợp hai phương pháp xạ trị IMRT và 3D-CRT, với mục tiêu cung cấp thêm lựa chọn điều trị tối ưu cho bệnh nhân ung thư vú.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu được thực hiện trên các chuỗi ảnh của bệnh nhân ung thư vú có chỉ định xạ trị bổ trợ sau phẫu thuật triệt căn tại Khoa Xạ trị, Bệnh viện Ung bướu Hà Nội từ tháng 2/2024 đến tháng 9/2024. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là mô tả cắt ngang. Các chỉ số đánh giá của kế hoạch 3D-CRT truyền thống và kế hoạch kết hợp được đánh giá và so sánh.

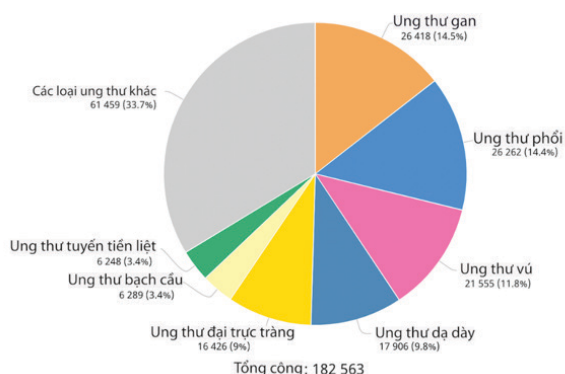
Kết quả: Nghiên cứu thu tuyển 20 bệnh nhân, trong đó có 10 bệnh nhân ung thư vú trái, 10 bệnh nhân ung thư vú phải. Các chỉ số đánh giá của cả hai kế hoạch điều trị, bao gồm kế hoạch 3D-CRT truyền thống và kế hoạch kết hợp IMRT và 3D-CRT, đều nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả kiểm tra chất lượng cho thấy chỉ số Gamma Index đạt 95,19% đối với kế hoạch 3D-CRT và 99,11% đối với kế hoạch kết hợp. Về phân bố liều, thể tích phổi chịu liều 20 Gy trong kế hoạch kết hợp tăng 3,68% so với kế hoạch 3D-CRT, ở mức 27,77%. Tuy nhiên, không có bệnh nhân nào có thể tích phổi chịu liều 20 Gy vượt quá 30%. Tỷ lệ thể tích đích điều trị nhận 95% liều chỉ định là 99,65% trong kế hoạch kết hợp và 90,78% trong kế hoạch 3D-CRT.

Kết luận: Phương án kết hợp hai kỹ thuật xạ trị 3D-CRT và IMRT trong xạ trị ung thư vú là khả thi. Việc lựa chọn kỹ thuật lập kế hoạch xạ trị sẽ phụ thuộc vào sự thống nhất giữa bệnh nhân, bác sĩ và kỹ sư vật lý cho từng trường hợp cụ thể.

Từ khóa: Kế hoạch kết hợp, IMRT, 3D-CRT.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo thống kê của Cơ quan Nghiên cứu ung thư quốc tế (IACR), trong năm 2020, tại Việt Nam có 182.563 ca mắc mới ung thư, trong đó ung thư vú chiếm 11,8%, là một trong những loại ung thư phổ biến nhất.



Hình 1. Tỷ lệ mắc mới các loại ung thư tại Việt Nam năm 2020

Từ thực tế quá trình điều trị cho các bệnh nhân ung thư vú bằng phương pháp xạ trị tại Khoa Xạ trị, Bệnh viện Ung bướu Hà Nội, chúng tôi hiểu sâu sắc sự cân bằng giữa việc đảm bảo đầy đủ liều chỉ định cho thể tích đích điều trị (planning target volume - PTV) và hạn chế liều đến các cơ quan nguy cấp của bệnh nhân là việc không hề dễ dàng. Trong quá trình tìm kiếm, tham khảo và trực tiếp chữa trị cho các bệnh nhân ung thư, chúng tôi nhận thấy hướng kết hợp giữa hai phương pháp xạ trị IMRT và 3D-CRT là một trong những phương án khả thi để đảm bảo được cả hai yếu tố trên.

Do đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu đánh giá kết hợp hai phương pháp xạ trị IMRT và 3D-CRT trong xạ trị ung thư vú tại Bệnh viện Ung bướu Hà Nội với mục tiêu chính là đánh giá tính khả thi của phương án kết hợp hai kỹ thuật xạ trị, giúp bác sĩ và bệnh nhân có thêm lựa chọn khi tiến hành điều trị.

*Tác giả liên hệ

Email: nguyennhuonghia1711@gmail.com Điện thoại: (+84) 354391166 <https://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD20.3597>

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu tiến hành theo dạng nghiên cứu định lượng, phương pháp nghiên cứu cắt ngang.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thời gian tiến hành nghiên cứu từ tháng 2/2024 đến tháng 9/2024 tại Khu Xạ trị kỹ thuật cao, Bệnh viện Ung bướu Hà Nội.

2.3. Đối tượng nghiên cứu

- Tiêu chuẩn lựa chọn: các bệnh nhân ung thư vú có chỉ định xạ trị bằng máy gia tốc. Bệnh nhân có hình ảnh CT mô phỏng rõ ràng, không có tán xạ do vật thể bằng kim loại, các chuỗi ảnh này đều đã được các bác sĩ vẽ (contour) đủ PTV, CTV và các cơ quan lành xung quanh PTV như tim, phổi.

- Tiêu chuẩn loại trừ: các bệnh nhân có ảnh cắt lớp vi tính mô phỏng không rõ ràng, có tán xạ do vật thể kim loại. Thể tích các cơ quan lành và PTV, CTV... không xác định rõ ràng.

2.4. Cỡ mẫu, chọn mẫu

Công thức tính cỡ mẫu:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Trong đó: n là cỡ mẫu cần thiết; Z tương ứng với mức độ tin cậy mong muốn (sử dụng giá trị 1,96 cho độ tin cậy 95%); p là ước tính tỉ lệ của quần thể có đặc điểm quan tâm; q = 1 - p; e là sai số biên lấy giá trị 0,05.

Từ công thức trên, lựa chọn được 20 bệnh nhân, gồm 10 bệnh nhân ung thư vú trái và 10 bệnh nhân ung thư vú phải.

2.5. Biến số, nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu có 10 biến số cần thu thập bao gồm: D_{max} , D_{min} , D_{mean} , $D_{5\%}$, $D_{95\%}$, $V_{95\%}$, $V_{30GyTim}$, $V_{20GyPhổi}$, HTCI, HI; với 8 biến số độc lập là D_{max} , D_{min} , D_{mean} , $D_{5\%}$, $D_{95\%}$, $V_{95\%}$, $V_{30GyTim}$, $V_{20GyPhổi}$ và 2 biến số phụ thuộc là HTCI và HI.

Mỗi bệnh nhân sẽ được tiến hành lập 2 kế hoạch theo 2 phương án trên cùng một chuỗi ảnh mô phỏng:

- 3D-CRT:

Bước 1: Tạo hai trường tiếp tuyến với thành ngực, giúp hạn chế liều vào phổi. Sử dụng các trường trong trường để kiểm soát liều tối đa tới PTV.

Bước 2: Tạo thêm 1 trường 0° cho phần hạch thượng đòn, điều chỉnh trọng số phù hợp.

Bước 3: Mở rộng các trường chiếu phụ đã tạo ở bước 1 để đảm bảo liều vào phần hạch thượng đòn.

- 3D-CRT + IMRT:

Bước 1: Tạo kế hoạch 3D cho phần thành ngực, với hai trường tiếp tuyến với thành ngực, điều chỉnh giá trị góc collimator theo độ nghiêng của thành ngực để giảm liều tới phổi. Điều chỉnh trọng số của hai trường chiếu sao cho liều V_{20Gy} tới phổi không quá 3%.

Bước 2: Tạo kế hoạch IMRT cho toàn bộ thể tích PTV, có phân liều, số buổi, target volume, reference point giống với kế hoạch 3D đã tạo.

Bước 3: Sử dụng 7 trường chiếu, trong đó 2 trường sẽ có số đo góc trùng với 2 trường chiếu đã tạo ở bước 1, các trường còn lại sẽ sử dụng các góc: đối với vú phải là 40°, 0°, 290°, 270°, 200°; đối với vú trái là 320°, 0°, 70°, 90°, 160°.

Bước 4: Optimize kế hoạch IMRT dựa trên liều kế hoạch 3D đã tạo ở bước 1.

2.6. Kỹ thuật, công cụ và quy trình thu thập số liệu

- Công cụ thu thập số liệu:

Phần mềm Eclipse 13.0.5: là hệ thống lập kế hoạch xạ trị dùng cho máy gia tốc, máy xạ trị áp sát được phát triển bởi công ty Varian Medical Systems, hiện nay đang sử dụng hai thuật toán tính liều PCB và AAA.

Máy gia tốc Unique hiện Bệnh viện Ung bướu Hà Nội đang sử dụng là sản phẩm của hãng Varian. Máy gia tốc có 80 lá MLC và một mức năng lượng photon 6 MV. Máy được đưa vào sử dụng từ tháng 10/2015, luôn được kiểm chuẩn bảo trì bảo dưỡng định kỳ. Từ đó đến nay máy hoạt động ổn định, với hai kỹ thuật xạ trị đã và đang áp dụng là xạ trị 3D và xạ trị IMRT.

Hệ thống kiểm chuẩn kế hoạch Delta4 và phần mềm đi kèm Omnipro: nhiệm vụ kiểm tra kế hoạch trước khi tiến hành xạ trị để đảm bảo độ tin cậy và tính chính xác của kế hoạch theo tiêu chuẩn DTA (3 mm), DD (3%), Gamma Index (> 95%).

- Quy trình thu thập số liệu:

Bước 1: Lập kế hoạch xạ trị cho bệnh nhân theo hai phương án: 3D-CRT, kết hợp giữa IMRT và 3D-CRT.

Bước 2: Tiến hành so sánh đánh giá tổng quan về các kế hoạch xạ 3D-CRT, kết hợp giữa IMRT và 3D-CRT dựa trên phân bố liều trên từng lát cắt lớp vi tính, đường DVH, các điểm liều cao, liều PTV nhận được, liều ảnh hưởng trên cơ quan lành, các chỉ số HI, HTCI, đặc biệt là liều vào các phần cơ quan lành như phổi, tim của bệnh nhân.

Bước 3: Tạo kế hoạch kiểm chuẩn trên hệ thống Delta4. Tiến hành kiểm chuẩn các kế hoạch và ghi nhận số liệu.

Bước 4: Số liệu sẽ lấy trực tiếp từ hệ thống máy tính cài đặt phần mềm chuyên dụng và được ghi nhận bằng phần mềm Excel.

2.7. Xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được ghi nhận trên phần mềm Excel, sau đó làm sạch dữ liệu để loại bỏ các số liệu bất hợp lý.

Phân tích dữ liệu bằng phương pháp thống kê trực tiếp trên phần mềm Excel.

Kết quả thu được từ mỗi trường số liệu của toàn bộ bệnh nhân đối với hai loại kế hoạch sẽ được thể hiện trên cùng một biểu đồ và bảng, giúp dễ dàng so sánh một cách trực quan, tạo điều kiện đưa ra kết luận ngắn gọn và chính xác.

2.8. Đạo đức nghiên cứu

Trong quá trình thực hiện, với sự đồng ý và cho phép của bệnh nhân, chúng tôi chỉ sử dụng hình ảnh cắt lớp vi tính của bệnh nhân, kế hoạch được xây dựng cũng chỉ dừng lại ở việc kiểm chuẩn trên thiết bị kiểm tra chất lượng kế hoạch. Đảm bảo không làm lộ thông tin cá nhân bệnh nhân, hay ảnh hưởng đến quá trình và chất lượng điều trị của bệnh nhân.

Kỹ sư vật lý y khoa trong quá trình lập kế hoạch điều trị bệnh nhân luôn đảm các tiêu chí về liều chiếu xạ, xây dựng kế hoạch tốt nhất trong khả năng bản thân. Việc thu thập, phân tích số liệu một cách tỉ mỉ, khách quan, chính xác sẽ góp phần khẳng định tính hiệu quả và khả thi của kỹ thuật lập kế hoạch kết hợp giữa IMRT và 3D-CRT.

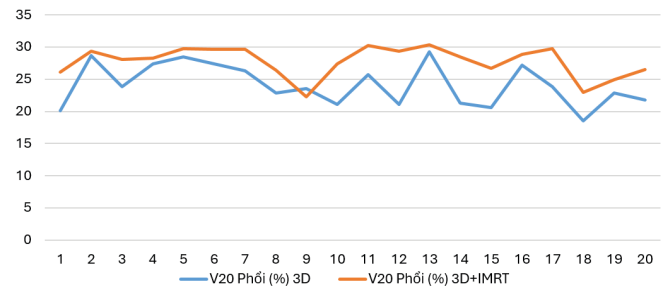
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Với giá trị D_{max} được khuyến nghị là $\leq 110\%$ và D_{mean} là 100% , thấy được giá trị liều D_{max} và D_{mean} ở cả hai phương pháp lập kế hoạch đều nằm trong giá trị cho phép. Lần lượt ở kế hoạch 3D-CRT là $110,31\%$ và $100,81\%$; kế hoạch kết hợp IMRT và 3D-CRT là $108,52\%$ và $102,73\%$. Tuy nhiên, trị số liều D_{min} của kế hoạch chỉ sử dụng phương pháp 3D-CRT có giá trị rất thấp, chỉ đạt $13,22\%$, trong khi đó kế hoạch kết hợp đạt $83,33\%$.

Đây là nguyên nhân trực tiếp dẫn đến chỉ số HI và HTCI của kế hoạch 3D-CRT có giá trị $17,44$ và $0,908$, là những giá trị nên được xem xét kỹ càng, trong khi ở kế hoạch kết hợp chỉ là $7,31$ và $0,997$.

MU là một đơn vị của máy gia tốc xạ trị, biểu thị lượng tia xạ đã được máy phát ra. Chỉ số MU trung bình của kế hoạch kết hợp là $897,55$, cao gấp $1,96$ lần giá trị $456,95$ của kế hoạch 3D-CRT, cho thấy thời gian chiếu xạ của kế hoạch kết hợp dài hơn $1,96$ lần.

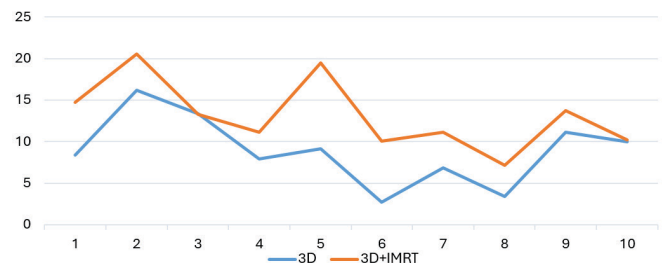
Gamma Index là một chỉ số kiểm chuẩn thể hiện độ trùng khớp giữa kế hoạch được thiết kế trên hệ thống phần mềm và số liệu thực tế khi triển khai kế hoạch bằng máy gia tốc. Chỉ số này được khuyến nghị $\geq 95\%$ với các kế hoạch 3D-CRT và IMRT. Chỉ số Gamma Index trung bình của hai loại kế hoạch lần lượt là $95,19\%$ với 3D-CRT và $99,11\%$ với kết hợp.



Biểu đồ 1. Giá trị liều V_{20Gy} tới phổi

Biểu đồ 1 cho thấy liều V_{20Gy} tới phổi ở phương pháp kết hợp cao hơn so với phương pháp chỉ dùng 3D-CRT. Không có kế hoạch nào có thể tích phổi chịu liều $20\text{ Gy} > 30\%$ tổng thể tích phổi.

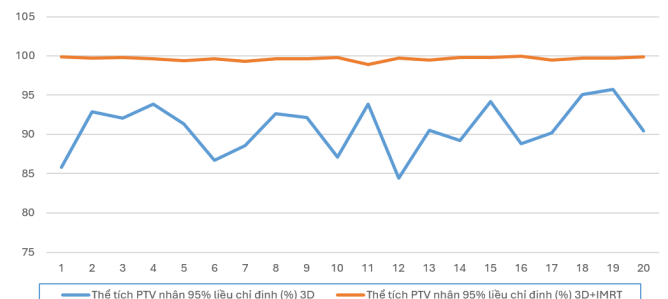
Giá trị trung bình của liều phổi tại phương pháp kết hợp là $27,77\%$ và của phương pháp chỉ dùng 3D-CRT là $24,09\%$, chênh lệch $3,68\%$.



Biểu đồ 2. Giá trị liều V_{30Gy} tới tim

Biểu đồ 2 cho thấy ở cả hai phương pháp lập kế hoạch, đối với 10 bệnh nhân ung thư vú trái, thể tích tim chịu liều 30 Gy đều không vượt quá 20% và thể tích tim chịu liều 30 Gy ở kế hoạch kết hợp sẽ cao hơn so với kế hoạch chỉ sử dụng 3D-CRT.

Giá trị trung bình của kế hoạch 3D-CRT là $8,92\%$ và kế hoạch kết hợp là $13,16\%$, chênh lệch giữa hai kế hoạch là $4,24\%$.



Biểu đồ 3. Thể tích PTV nhận 95% liều chỉ định

Biểu đồ 3 cho ta thấy tỷ lệ thể tích PTV nhận được 95% liều chỉ định của kế hoạch 3D-CRT là 90,78% và của kế hoạch kết hợp là 99,65%, chênh lệch 8,87%. Đường đồ thị cũng cho thấy độ ổn định của giá trị thể tích PTV nhận 95% liều chỉ định.

4. BÀN LUẬN

Nguyên nhân của việc D_{min} tại kế hoạch 3D-CRT quá thấp là do để đảm bảo liều tới phổi không vượt quá tiêu chuẩn cho phép, nên với kỹ thuật này bác sĩ và kỹ sư vật lý cần thảo luận để thống nhất một phần PTV tại vị trí thành ngực sẽ không nhận được đầy đủ liều. Điều này sẽ được khắc phục trong cách kết hợp phương pháp IMRT và 3D-CRT.

Với tiêu chí cụ thể ưu tiên bảo vệ các cơ quan nguy cấp lân cận, kế hoạch 3D-CRT có ưu thế hơn khi áp dụng kỹ thuật Half-Beam. Việc sử dụng hai trường chiếu giúp giảm thể tích chịu liều thấp nhưng tiềm ẩn nguy cơ tăng thể tích chịu liều cao, đặc biệt trong những trường hợp hạch thượng đòn nằm sâu khiến việc đảm bảo liều tới hạch với chỉ một trường chiếu 0° là vô cùng khó khăn. Một phương án có thể bổ sung thêm một trường chiếu 180° sẽ khiến thể tích mô chịu liều cao tăng nhiều, nguy cơ xuất hiện tác dụng phụ rõ rệt.

Trong kế hoạch kết hợp việc đặt hai trường chiếu 3D-CRT cho phần thành ngực và tối ưu liều bằng các trường chiếu IMRT dựa trên liều đã được chiếu với 2 trường 3D sẽ giúp việc kiểm soát liều tới phổi trong khi vẫn đảm bảo được liều tới PTV.

Việc kiểm soát liều tối đa D_{max} cũng được làm tốt hơn khi áp dụng thêm kỹ thuật IMRT. Nguyên nhân trực tiếp là do việc độ dày thành ngực ở các bệnh nhân khác nhau là khác nhau. Việc áp dụng kỹ thuật Half-Beam với một trong hai trường chiếu 3D phải đi qua phần nách của bệnh nhân để tới được PTV cũng khiến cho việc kiểm soát liều da cũng như liều tối đa đều sẽ rất khó khăn.

Chênh lệch của MU xuất phát từ việc áp dụng trường chiếu với kỹ thuật IMRT cần nhiều MU hơn để tối ưu hóa phân bố liều theo các tiêu chuẩn đưa ra trong kế hoạch kết hợp.

Kết quả đo đặc Gamma Index cho thấy hai loại kế hoạch đều được xây dựng với độ tin cậy cao, liều tính toán và liều thực chiếu có sai số trong khoảng cho phép.

Với mức độ chênh lệch của liều chiếu tới phổi, có thể giải thích được rằng điều này do ở phương pháp kết hợp, chúng tôi đã sử dụng các trường chiếu khác cho phần IMRT để đạt được liều tới phần PTV

tại thành ngực. Điều này khiến thể tích liều thấp của phổi sẽ cao hơn so với kế hoạch chỉ tạo bởi phương pháp 3D-CRT. Dễ dàng nhận thấy kế hoạch 3D-CRT có khả năng kiểm soát liều tới phổi tốt hơn.

Tại chỉ số liều 30 Gy đến tim, do vị trí của tim thường nằm phía trong vòng cung thành ngực, do đó ở kế hoạch kết hợp, các trường chiếu cho phần IMRT được đặt xung quanh sẽ khó đảm bảo được liều thấp tới tim.

Từ biểu đồ 3, với chỉ số thể tích PTV nhận 95% liều chỉ định được khuyến nghị cần đạt 100%, kế hoạch kết hợp thể hiện ưu thế vượt trội với giá trị đạt 99,65% so với 90,78% của kế hoạch 3D-CRT.

Đồ thị cũng thể hiện mức độ ổn định của thể tích PTV nhận liều 95% cao. Vì với những hình dạng, vị trí PTV khác nhau, kế hoạch 3D-CRT sẽ cần điều chỉnh nhiều hơn để đảm bảo thể tích nhận 20 Gy của phổi không vượt quá giá trị khuyến nghị.

5. KẾT LUẬN

Phương án kết hợp hai kỹ thuật xạ trị 3D-CRT và IMRT trong điều trị ung thư vú là hoàn toàn khả thi. Tuy nhiên, phương án có một nhược điểm là tăng thể tích mô chịu liều thấp. Vì vậy bác sĩ cùng kỹ sư vật lý y khoa cần thảo luận, thống nhất một phương án nhằm đem lại hiệu quả điều trị tốt nhất cho bệnh nhân.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Emmens D.J, James H.V. Irregular surface compensation for radiotherapy of the breast: correlating depth of the compensation surface with the breast size and resultant dose distribution. Br J Radiol, 2010 Feb, 83 (986): 159-165.
- [2] Kuwahata N, Fujita H et al. Dosimetric comparison of irregular surface compensator and field in field for whole breast radiotherapy. Journal of Medical Physics, 2018 Apr-Jun, 43 (2):79-84.
- [3] Sung W, Kim Jung-in et al. Performance of the irregular surface compensator compared with Four-Field box and intensity modulated radiation therapy for gynecology cancer. Physics Medical, 2016 Dec, 32 (12): 1537-1542.
- [4] Hideki F, Nao K, Hiroyuki H et al. Improvement of dose distribution with irregular surface compensator in whole breast radiotherapy. Journal of Medical Physics, 2013 Jul-Sep, 38 (3): 115-119.

- [5] Flejmer A.M, Josefsson D et al. Clinical implications of the ISC technique for breast cancer radiotherapy and comparison with clinical recommendations. *Anticancer Research*, 2014 Jul, 34 (7): 3563-8.
- [6] Ayan A, Lu L et al. Feasibility of using the irregular surface compensator planning feature of the eclipse TPS for total body irradiation (TBI) treatment planning. *Medical Physics*, 2012, 39 (6 Part 16): 3805.
- [7] Nguyễn Thị Hà. Điều trị xạ trị trong ung thư vú. Viện Ung thư, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108. <https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/treatment/radiation-for-breast-cancer.html>
- [8] Heng Li, Lei Dong, Lifei Zhang et al. Toward a better understanding of the gamma index: investigation of parameters with surface-based distance method. *Medical Physics*, 2011 Dec, 38 (12): 6730-6741.
- [9] Dang Quoc S, Bui Vinh Q, Bui Xuan C, Hoang Van T, Vu T. Analyzing planning techniques for whole brain radiotherapy. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 2020, 9, 1-13.