

GIÁ TRỊ CỦA MÔ PHÒNG BẰNG CT 4D TRONG LẬP KẾ HOẠCH XẠ TRỊ UNG THƯ PHỔI KHÔNG TẾ BÀO NHỎ GIAI ĐOẠN III

Trần Đức Linh¹, Đặng Quang Huy¹, Nguyễn Đức Công¹

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá sự thay đổi của các thể tích xạ trị và liều trên các cơ quan nguy cấp giữa kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang hồi cứu kết hợp tiến cứu trên 31 bệnh nhân (BN) ung thư phổi không tế bào nhỏ (UTPKTBN) được xạ trị tại Bệnh viện Quân y 175 từ tháng 7/2020 - 7/2022. Thể tích khối u thô được xác định trên hình ảnh CT thể tích khối u thô 3D (Gross target volume - GTV 3D) và trên 10 pha của hình ảnh CT 4D (Internal target volume - ITV hay GTV 4D) ở 31 BN UTPKTBN giai đoạn III. Kế hoạch xạ trị 3D được lập dựa trên thể tích lập kế hoạch 3D (Planning target volume - PTV), thể tích bia lâm sàng (Clinical target volume - CTV cộng biên theo hướng dẫn thường quy), kế hoạch 4D được lập dựa trên PTV 4D (CTV trên 10 pha cộng thêm sai số đặt bệnh). Các thể tích xạ trị và liều trên phổi, tim, thực quản, tủy sống được so sánh giữa kế hoạch 3D và 4D. **Kết quả:** Trung bình GTV 4D ($111,4 \pm 69,4 \text{ cm}^3$) lớn hơn trung bình GTV 3D ($77,7 \pm 54,2 \text{ cm}^3$) ($p = 0,001$), tuy vậy trung bình của PTV trên kế hoạch 4D ($401,8 \pm 167,3 \text{ cm}^3$) lại nhỏ hơn trên kế hoạch 3D ($460,2 \pm 179,1 \text{ cm}^3$) ($p = 0,002$). Kế hoạch 4D bảo vệ các cơ quan lành xung quanh tốt hơn 3D, đặc biệt là trên phổi. So với kế hoạch 3D, liều trung bình phổi, V5, V10, V20 của phổi giảm lần lượt từ 18,3Gy, 59,9%, 55,8%, 40,5% xuống 16,9Gy, 44,6%, 31,2%, 28,9%. Liều trung bình tim, thực quản và liều tối đa tủy sống trên kế hoạch 4D giảm so với 3D (13,1 Gy, 18,7 Gy và 37,9 Gy so với 15,8 Gy, 19,1 Gy và 40 Gy), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). **Kết luận:** Lập kế hoạch cho BN UTPKTBN dựa trên mô phỏng bằng CT 4D giúp giảm thể tích xạ trị, bảo vệ các cơ quan lành tốt hơn mô phỏng bằng CT 3D.

* *Từ khóa:* CT 4D; Thể tích bia nội tại; Ung thư phổi không tế bào nhỏ; Cơ quan lành.

¹Khoa Xạ trị, Viện Ung bướu và Y học Hạt nhân, Bệnh viện Quân y 175

Người phản hồi: Trần Đức Linh (linhtrduc@gmail.com)

Ngày nhận bài: 07/9/2022

Ngày được chấp nhận đăng: 30/9/2022

<http://doi.org/10.56535/jmpm.v47i9.208>

VALUE OF 4D CT SIMULATION IN RADIATION PLANNING FOR STAGE III NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Summary

Objectives: To evaluate changes in target volumes and dose of organs at risk between 3D and 4D plans. **Subjects and methods:** A cross-sectional descriptive prospective and retrospective study on 31 non-small cell lung cancer (NSCLC) patients receiving radiotherapy at Military Hospital 175 from July 2020 to July 2022. Gross tumor volume was contoured on 3D CT images (GTV 3D) and on all 10 respiratory phases of 4D CT scans (ITV or GTV 4D) in 31 patients with stage III NSCLC. Both 3D and 4D treatment plans were performed for each patient using planning target volume PTV 3D (derived from a single CTV plus conventional margins) and PTV 4D (derived from 4D internal target volume, which included all 10 CTVs plus setup margins). Target volumes and dose volume histograms were compared for the lung, heart, esophagus, and spinal cord between 3D and 4D treatment plans. **Results:** The average GTV of the 4D ($111.4 \pm 69.4 \text{ cm}^3$) was larger than the 3D plans ($77.7 \pm 54.2 \text{ cm}^3$) ($p = 0.001$). However, the average PTV 4D ($401.8 \pm 167.3 \text{ cm}^3$) was less than the PTV 3D ($460.2 \pm 179.1 \text{ cm}^3$) ($p = 0.002$). The 4D plans spared more surrounding normal tissues than the 3D plans, especially in the lung. Compared with 3D plans, lung mean dose and V5, V10, V20 of the total lung decreased from 18.3Gy, 59.9%, 55.8%, 40.5% to 16.9Gy, 44.6%, 31.2%, 28.9% respectively. The mean dose of heart, esophagus, and the max dose of the spinal cord on the 4D plans were reduced compared with the 3D plans (13.1 Gy, 18.7 Gy, and 37.9 Gy compared with 15,8 Gy, 19,1 Gy, and 40 Gy). However, the difference was not statistically significant ($p > 0,05$). **Conclusion:** 4DCT-based plans can reduce the target volumes and spare more normal tissues compared with 3D plans in radiotherapy for NSCLC.

* *Keywords:* 4DCT; Internal target volume; Non-small cell lung cancer; Normal tissue.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Ung thư phổi (UTP) là bệnh ung thư phổ biến, trong đó UTPKTBN chiếm 80%. Xạ trị là một phương pháp điều trị chính cho các BN giai đoạn tiến

triển tại chỗ tại vùng, xạ trị có thể được kết hợp đồng thời hoặc tuần tự với hóa trị. Tuy vậy, các nghiên cứu cho thấy có tỷ lệ từ 31 - 39% số BN thất bại tại chỗ sau xạ trị. Có nhiều nguyên nhân,

tuy nhiên các tác giả cho rằng chuyển động của khối u theo chu kỳ hô hấp dẫn đến không bao phủ được hết thể tích bia lâm sàng (CTV), từ đó một phần u không nhận được đầy đủ liều xạ tối ưu [1]. Mô phỏng bằng CT 3D không thể tính được đến vị trí, di động của khối u theo thời gian. CT 4D, hay hình ảnh CT liên quan đến của vị trí khối u theo thời gian là một phương pháp mô phỏng mới, cho phép thiết kế thể tích xạ trị có tính đến biên độ chuyển động của khối u, từ đó cho phép giảm thể tích xạ trị, giảm biến chứng trên các cơ quan lành [2, 3]. Tại Việt Nam CT 4D đã được ứng dụng tại nhiều trung tâm xạ trị lớn tuy nhiên chưa có nhiều nghiên cứu về vấn đề này. Vì vậy, chúng tôi tiến hành đề tài nhằm: *Đánh giá sự thay đổi của thể tích xạ trị và liều vào các cơ quan nguy cấp giữa kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D.*

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

* *Tiêu chuẩn lựa chọn:*

31 BN UTPKTBN giai đoạn III được xạ trị triệt để tại Khoa Xạ trị Bệnh viện Quân y 175 từ 7/2020 - 7/2022.

- Chẩn đoán xác định là UTPKTBN bằng mô bệnh học.

- Chẩn đoán giai đoạn III không mở được theo AJCC (American Joint Committee on Cancer).

- Được hội chẩn chỉ định phương pháp xạ trị triệt để.

- Mô phỏng xạ trị bằng CT 4D.

* *Tiêu chuẩn loại trừ:*

- BN có FEV1 < 60%.

- Liều xạ trị < 60 Gy.

- Có các bệnh lý nội khoa đi kèm: Con đau thắt ngực chưa được kiểm soát, nhồi máu cơ tim xảy ra trong vòng 6 tháng gần đây, rối loạn nhịp tim, suy tim độ III - IV.

2. Phương pháp nghiên cứu

* *Thiết kế nghiên cứu:* Nghiên cứu hồi cứu kết hợp tiền cứu, mô tả cắt ngang.

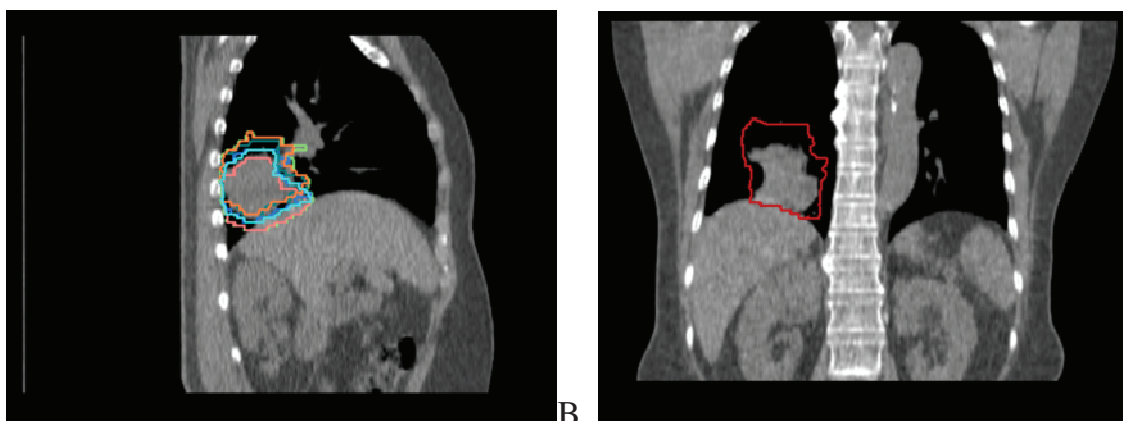
* *Phương pháp nghiên cứu:*

CT mô phỏng 4D được tiến hành với máy CT Siemen Big Bore 16 lát cắt, ghi nhận và phân tích nhịp thở bằng hệ thống đai áp lực Air bellow của hãng Philip. BN tư thế nằm ngửa đầu hướng về thân máy, 2 chân duỗi thẳng ở tư thế thoải mái, 2 tay đưa lên qua khỏi đầu, tựa cánh tay và cẳng tay trên giá đỡ Wing Boards. Đai ghi nhận nhịp thở lắp vào phần trên bụng. BN thở tự do, chụp CT mô phỏng lát cắt 3 - 5 mm từ bờ dưới sụn nhẫn đến ngang L2. Hình ảnh CT 4D được sắp xếp vào 10 pha của chu kỳ thở từ CT0, CT10, CT20... đến CT90.

Thiết kế các thể tích đích và lập kế hoạch xạ trị trên phần mềm Monaco với liều xạ 60 Gy, 30 phân liều. Thể

tích khối u thô (GTV) được xác định trên hình ảnh CT 3D (GTV 3D) và trên 10 pha của CT 4D ở cả cửa sổ nhu mô và cửa sổ phổi. Thể tích bia lâm sàng (CTV) được tính bằng mở thêm từ GTV 5 - 8 mm theo hướng dẫn của ESTRO 2017 [4]. Thể tích lập kế hoạch (PTV) 3D được tính dựa trên

CTV 3D cộng thêm 10 mm trên bình diện ngang và 15mm trên bình diện dọc, PTV 4D được tính bằng cộng biên 5mm từ CTV trên tất cả các hướng [1, 4, 5]. Các cơ quan nguy cấp bao gồm phổi, tim, thực quản và tủy sống được vẽ lần lượt trên cả hình ảnh CT 3D và AVG10 để lập kế hoạch và tính liều.



Hình 1: A) Xác định GTV trên 10 pha từ CT0, CT10, CT20 đến CT90.
B) kết hợp 10 pha để tạo thành IGTV.

Kế hoạch xạ trị dựa trên mô phỏng CT 3D theo hình dạng khối u (3D CRT) được thực hiện với mức năng lượng photon 6 MV, 15 MV. Liều chỉ định và thiết kế trường chiếu xạ giống nhau giữa hai kế hoạch. Đánh giá kế hoạch xạ trị với các đường đồng liều và biểu đồ thể tích liều, với tiêu chuẩn 95% thể tích lập kế hoạch (PTV) nhận được 95% liều chỉ định.

**Nội dung nghiên cứu:*

- Các thể tích xạ trị: GTV, CTV, PTV.

- Liều trên các cơ quan nguy cấp bao gồm liều trung bình của phổi, V5, V10, V20, V30 của phổi, liều trung bình của tim, thực quản và liều tối đa của tủy sống.

** Xử lý số liệu:*

Nhập và xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS, so sánh sự khác biệt giữa 2 kế hoạch với kiểm định t ghép cặp, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Đặc điểm BN

31 BN UTPKTBN giai đoạn III bao gồm 71% nam, 29% nữ, tuổi trung bình $61,9 \pm 7,3$, UTP biểu mô tuyến chiếm 86,1%.

Bảng 1: Đặc điểm vị trí u.

Đặc điểm		Số lượng (n)	Tỷ lệ (%)
Phổi phải	Thùy trên	11	35,5
	Thùy giữa	4	12,9
	Thùy dưới	6	19,4
Tổng		21	67,7
Phổi trái	Thùy trên	10	32,3
	Thùy dưới	0	0
Tổng		10	32,3

Về vị trí u, có 67,7% u phổi phải, chủ yếu là các u thùy trên và giữa (67,7% và 12,9%), thùy dưới phải chiếm 19,3%, không có BN u thùy dưới trái.

Bảng 2: Đặc điểm giai đoạn bệnh.

Đặc điểm	Số lượng (n)	Tỷ lệ (%)
IIIA	6	19,3
IIIB	22	71
IIIC	3	9,7
T2	4	12,9
T3	14	45,2
T4	13	41,9
N1	5	16,1
N2	20	64,5
N3	6	19,4

Giai đoạn IIIB chiếm tỷ lệ lớn nhất (71%), đa số BN có u nguyên phát giai đoạn T3 (86,1%) và hạch N2 (64,5%).

2. Các thể tích xạ trị

Bảng 3: Thể tích xạ trị trên kế hoạch dựa vào mô phỏng CT 3D và 4D.

Thể tích	Giá trị trung bình (cm ³) (n = 31)	Trung vị (cm ³) (n = 31)	p
GTV 3D	77,7 ± 54,2	65,4	0,001
GTV 4D	111,4 ± 69,4	99,6	
CTV 3D	165,5 ± 15,2	155,64	0,001
CTV 4D	230,1 ± 21,8	215,75	
PTV 3D	460,2 ± 179,1	456,1	0,002
PTV 4D	401,8 ± 167,3	392,3	

So sánh 2 kế hoạch cho thấy trung bình thể tích GTV 4D là 111,4 cm³ lớn hơn 43,3% so với GTV 3D (77,7 cm³), tuy vậy trung bình thể tích PTV của các kế hoạch 4D là (401 ± 167 cm³) nhỏ hơn 15% so với trung bình PTV 3D (460 ± 179 cm³), sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với (p = 0,001 và 0,002).

3. Liều trên các cơ quan nguy cấp

Bảng 4: Liều trên phổi ở kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D.

Cơ quan	Kế hoạch 3D (n = 31)	Kế hoạch 4D (n = 31)	p
Liều trung bình (Gy)	18,3 ± 4,00	16,9 ± 3,30	0,020
V5% (Gy)	59,9 ± 12,30	44,6 ± 10,20	0,049
V10% (Gy)	55,8 ± 11,70	31,2 ± 6,90	0,008
V20% (Gy)	40,5 ± 8,60	28,9 ± 6,90	0,027
V30% (Gy)	28,9 ± 6,90	25,3 ± 7,20	0,129

Đánh giá biểu đồ liều - thể tích cho thấy liều xạ trên phổi ở kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D thấp hơn so với kế hoạch 3D. Các tiêu chuẩn chính để đánh giá kế hoạch trên phổi như liều trung bình phổi, V5, V10, V20 của phổi giảm lần lượt từ 18,3 Gy, 59,9%, 55,8%, 40,5% xuống 16,9 Gy, 44,6%, 31,2%, 28,9% (p < 0,05).

Bảng 5: Liều trên các cơ quan nguy cấp khác ở kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D.

Cơ quan	Kế hoạch 3D (n = 31)	Kế hoạch 4D (n = 31)	p
Liều trung bình tim (Gy)	15,8 ± 16,80	13,1 ± 12,20	0,473
Liều tối đa tủy sống (Gy)	40 ± 6,30	37,9 ± 6,10	0,116
Liều trung bình thực quản (Gy)	19,1 ± 7,50	18,7 ± 8,02	0,680

Trên các cơ quan lành khác như tim, thực quản, tủy sống cũng cho thấy sự giảm liều trên kế hoạch 4D so với 3D. Tuy nhiên, sự khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$).

BÀN LUẬN

1. Các thể tích xạ trị

Mô phỏng bằng CT 3D là tiêu chuẩn lập kế hoạch xạ trị cho BN UTP trong nhiều thập kỷ nay. Tuy nhiên, trên hình ảnh CT 3D, việc xác định thể tích xạ trị chỉ là một ảnh chụp nhanh trong một thời điểm nhất định, trong khi đó khối u cũng như các cơ quan trong lồng ngực luôn thay đổi vị trí theo nhịp thở của BN. Chính vì vậy, GTV xác định trên CT 3D không thể đại diện cho vị trí của u trong thời gian thực xạ trị. Hơn nữa, vị trí của khối u còn được cá nhân hóa theo đặc điểm bệnh lý của từng BN. Do đó, nếu xác định PTV lớn quá mức cần thiết, các cơ quan nguy cấp sẽ nhận liều xạ lớn, ngược lại nếu thể tích xạ trị không đủ bao phủ quỹ đạo của khối u sẽ dẫn đến thiếu liều.

Hình ảnh CT 4D được tái tạo dựa trên bộ hình ảnh 3D trong suốt chu kỳ thở. GTV được xác định dựa trên những bộ hình ảnh này để tạo nên ITV, thể tích này đã bao gồm tất cả vị trí của u trong chu kỳ thở. Do đó khi xác định PTV dựa trên hình ảnh mô phỏng CT 4D chỉ cần tính đến sai lệch do đặt bệnh.

Nghiên cứu của Ritzel về so sánh thể tích xạ trị khi lập kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D thấy rằng xác định GTV trên hình ảnh CT 3D cho thể tích nhỏ hơn khi xác định trên 10 pha của CT 4D (24,4 cm³ so với 39,9 cm³) [6]. Trong một nghiên cứu ở Canada trên 24 BN UTP được xạ trị cho thấy GTV khi xác định trên CT 4D lớn hơn 24,8% so với khi phác thảo trên 3D [7]. Nghiên cứu của Ahmed cũng cho kết quả tương tự với thể tích trung bình của GTV cả u và hạch trên kế hoạch

3D là 115 cm³ nhỏ hơn GTV 4D (152 cm³), sự khác biệt có ý nghĩa với $p = 0,0014$ [1]. Nghiên cứu của chúng tôi cũng cho kết quả tương tự, với trung bình thể tích GTV 4D là 111,4 cm³ lớn hơn 43,3% so với GTV 3D (77,7 cm³).

Bảng 3 cho thấy trung bình thể tích PTV của kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D là 401 ± 167 cm³, nhỏ hơn 15% so với trung bình PTV các kế hoạch 3D (460 ± 179 cm³), sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p = 0,002$). PTV 3D lớn hơn so với PTV 4D chủ yếu là do sự khác nhau của biên cộng thêm vào CTV. Trong khi kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D chỉ cộng 5 mm tính đến sai số đặt bệnh hàng ngày, biên cộng thêm vào trên kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D là 10 mm theo bình diện ngang và 15 mm theo bình diện dọc do tính đến cả biên độ di động khối u theo nhịp thở và sai số đặt bệnh. Như vậy, mở biên PTV trong kế hoạch 3D theo kết quả các nghiên cứu hoặc dựa trên kinh nghiệm đã vượt quá mức di động của khối u, dẫn đến việc chiếu xạ không cần thiết đối với các mô bình thường, đặc biệt là phổi. Trong nghiên cứu có 19,4% trường hợp là những u thùy dưới và ở ngoại vi, những BN này có thể tích PTV 3D lớn hơn không đáng kể so với PTV 4D. Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng u ở những vị trí này thường có biên độ di động lớn, do

đó thể tích CTV 4D và PTV 4D cũng lớn hơn tương ứng. Kết quả phân tích chuyển động của các khối u thùy giữa và dưới cũng cho thấy 6,4% số trường hợp u di động quá 10 mm trên bình diện ngang và 12,9% di động > 15 mm theo bình diện dọc. Như vậy, với kế hoạch xạ trị dựa trên mô phỏng CT 3D với biên cộng thêm thường quy sẽ có một phần khối u nằm ngoài PTV và bị thiếu liều. Kết quả này cũng đã được nhiều tác giả mô tả trước đây, Ahmed so sánh lập kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 3D và 4D của 14 BN UTP cho thấy mặc dù GTV 3D nhỏ hơn 4D, nhưng PTV 3D lại lớn hơn 4D (530 cm³ so với 499,8 cm³) và có 16% trường hợp có một phần thể tích PTV 4D nằm ngoài thể tích PTV 3D [3]. Rietzel và CS nhận thấy thiết kế thể tích xạ trị theo kế hoạch 4D làm giảm trung bình 23% thể tích chiếu xạ so với kế hoạch 3D [6]. Nghiên cứu của Bai.T cho thấy PTV 4D trung bình là $127,56 \pm 70,79$ cm³, nhỏ hơn $20,09 \pm 7,22$ cm³ (tương ứng giảm 15,45%) so với kế hoạch 3D, và cũng có 10% trường hợp PTV 3D không bao phủ hết PTV 4D [7]. Như vậy, mở biên theo kế hoạch 3D không những dẫn đến chiếu xạ quá mức cơ quan lành mà còn có một phần u không nhận đủ liều xạ theo yêu cầu.

2. Liều trên cơ quan lành

Bảng 4 cho thấy liều trên phổi giảm đáng kể ở kế hoạch dựa trên mô phỏng

CT 4D, kết quả này đồng nhất trên các tiêu chuẩn quan trọng từ liều trung bình phổi cho đến V5, V20. Cụ thể liều trung bình phổi giảm 9,5% và V20 phổi giảm 40,1% ($p < 0,05$). Như đã phân tích ở phần các thể tích xạ trị, kết quả về giảm thể tích lập kế hoạch PTV đã dẫn đến giảm liều trên các cơ quan lành, trong đó phổi là cơ quan có lợi nhất từ thiết kế thể tích xạ dựa trên mô phỏng CT 4D. Các nghiên cứu về xạ trị UTP đều cho thấy độc tính phổi do tia xạ chiếm tỷ lệ cao và được quan tâm nhiều nhất, bao gồm các biến chứng như viêm phổi hay xơ phổi sau xạ. Nhiều trường hợp viêm phổi xuất hiện ngay trong quá trình xạ hay sớm sau xạ trị dẫn đến phải ngừng điều trị hoặc các biến chứng nặng nề [8, 9].

Như vậy, kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D giảm thiểu liều xạ trên phổi tốt hơn, nghiên cứu của các tác giả khác cũng cho kết quả tương tự. Trung bình V20 phổi trên kế hoạch 4D trong nghiên cứu của Ahmed là 22,7% nhỏ hơn trên kế hoạch 3D (24%) với $p = 0,057$ [3]. Khan và CS phân tích mối liên quan giữa thể tích PTV và V20 của phổi trên kế hoạch 3D và 4D cho thấy giảm thể tích lập kế hoạch PTV sẽ dẫn đến giảm V20 phổi, theo đó, sử dụng kế hoạch 4D cho kết quả giảm PTV 39,7% và V20 giảm 21,7% [10]. Nghiên cứu của Bai.T cho thấy liều trung bình phổi, thể tích V5, V20 của

phổi trên kế hoạch 4D giảm lần lượt từ 13,04 Gy, 41,25%, 24,25% xuống 12 Gy, 38,13%, 21,25%. Không những vậy, với sự giảm liều trên phổi còn cho phép nâng liều xạ từ 60 Gy lên 66 Gy mà trung bình V20 phổi trên kế hoạch 4D vẫn thấp hơn 3D (23,34% so với 24,25%) [7].

Mặc dù liều trung bình trên tim, thực quản và liều tối đa tùy sống có giảm trên kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa ($p > 0,05$) (Bảng 5). Kết quả này cũng tương tự như các nghiên cứu khác [6, 10]. Các tác giả đều cho rằng các cấu trúc như thực quản và tùy sống ít di động nên liều xạ không có nhiều khác biệt giữa 2 kế hoạch. Tim cũng là một cơ quan có biên độ di động lớn trong lồng ngực. Nghiên cứu của Bai.T cho thấy sự giảm có ý nghĩa về liều trung bình của tim trên kế hoạch 4D (3,72 Gy so với 4,5 Gy với $p = 0,01$) [7]. Ngược lại, nghiên cứu của Ahmed cho thấy liều trung bình tim trên kế hoạch dựa trên mô phỏng CT 4D lớn hơn 3D. Trong nghiên cứu của chúng tôi chủ yếu là các u thùy trên và giữa (80,6%) và ở phổi phải (67,7%), không có BN nào u thùy dưới trái. Đây đều là những vị trí không cận kề với tim nên khó có thể đánh giá được ảnh hưởng của chuyển động lên liều xạ trên tim.

KẾT LUẬN

So với CT 3D, kế hoạch xạ trị với mô phỏng bằng hình ảnh CT 4D có nhiều ưu điểm. Thể tích xạ trị trên kế hoạch dựa vào mô phỏng CT 4D giảm đáng kể, từ đó giúp giảm liều xạ liệu trên các cơ quan lành, đặc biệt là phổi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ahmed N., Venkataraman S., Johnson K., et al. (2017). Does Motion Assessment With 4-Dimensional Computed Tomographic Imaging for Non-Small Cell Lung Cancer Radiotherapy Improve Target Volume Coverage? *Clinical Medicine Insights. Oncology*, 11, 1179554917698461-1179554917698461.
2. Underberg R. W. M., Lagerwaard F. J., Cuijpers J. P., et al. (2004). Four dimensional CT scans for treatment planning in stereotactic radiotherapy for stage I lung cancer. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*; 60(4): 1283-1290.
3. Rietzel E., Chen G. T. Y., Choi N. C., et al. (2005). Four-dimensional image-based treatment planning: Target volume segmentation and dose calculation in the presence of respiratory motion. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*; 61(5):1535-1550.
4. De Ruyscher D., Faivre-Finn C., Moeller D., et al. (2017). European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) recommendations for planning and delivery of high-dose, high precision radiotherapy for lung cancer. *Radiotherapy and Oncology*; 124 (1):1-10.
5. Bai T., Zhu J., Yin Y., et al. (2014). How does four-dimensional computed tomography spare normal tissues in non-small cell lung cancer radiotherapy by defining internal target volume? *Thorac Cancer*; 5 (6):537-542.
6. Rietzel E., Liu A. K., Doppke K. P., et al. (2006). Design of 4D treatment planning target volumes. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*; 66(1):287-295.
7. Alasti H., Cho Y. B., Vandermeer A. D., et al. (2006). A novel four-dimensional radiotherapy method for lung cancer: imaging, treatment planning and delivery. *Physics in Medicine and Biology*; 51(12):3251-3267.
8. O'Rourke N., i Figuls M. R., Bernadó N. F., et al. (2010). Concurrent chemoradiotherapy in non-small cell lung cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6).
9. Small W., Woloschak G. E. (2006). *Radiation toxicity: a practical medical guide*, Springer Science & Business Media.
10. Khan F., Bell G., Antony J., et al. (2009). The use of 4DCT to reduce lung dose: a dosimetric analysis. *Med Dosim*; 34(4):273-278.