

SO SÁNH SAI SỐ THIẾT LẬP VÀ BIÊN ĐỘ AN TOÀN GIỮA BỘ DỤNG CỤ CỐ ĐỊNH 3 ĐIỂM VÀ 5 ĐIỂM TRONG XẠ TRỊ VÙNG ĐẦU CỔ TẠI BỆNH VIỆN QUÂN Y 175

Nguyễn Thế Ngọc^{1*}, Bùi Quốc Khánh¹, Lý Công Bằng¹, Đỗ Hải Hằng¹,
Nguyễn Thành Công¹, Nguyễn Thị Hiền¹, Nguyễn Quyết Thắng¹, Nguyễn Văn Hà¹

TÓM TẮT

Mục tiêu: So sánh sai số thiết lập và xác định biên độ an toàn (PTV margin) giữa bộ dụng cụ cố định HeadSTEP 3 điểm và 5 điểm trong xạ trị điều biến liều (IMRT) vùng đầu cổ tại Bệnh viện Quân y 175.

Đối tượng và Phương pháp: Nghiên cứu phân tích 2539 bộ hình ảnh kiểm tra iViewGT từ 101 kế hoạch xạ trị (51 bộ hình ảnh dùng mặt nạ 3 điểm và 50 bộ hình ảnh dùng mặt nạ 5 điểm). Sai số hệ thống (Σ), sai số ngẫu nhiên (σ) và biên độ an toàn (A) được tính toán theo 3 chiều: Trước - Sau (A.P), Trái - Phải (L.R) và Trên - Dưới (S.I) dựa trên mô hình Van Herk ($A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$ $A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$).

Kết quả: Bộ dụng cụ 5 điểm cho thấy sự cải thiện vượt trội về độ chính xác so với bộ 3 điểm. Cụ thể, biên độ an toàn (A) ở chiều A.P giảm từ 4,3 mm xuống 2,8 mm; chiều S.I giảm từ 4,1 mm xuống 3,45 mm; trong khi chiều L.R duy trì ổn định dưới 3 mm. Sai số hệ thống (Σ) giảm mạnh nhất ở chiều A.P (từ 1,15 mm xuống 0,74 mm).

Kết luận: Việc nâng cấp lên bộ dụng cụ cố định 5 điểm giúp giảm đáng kể sai số thiết lập, cho phép thu hẹp biên độ PTV xuống dưới 3,5 mm. Điều này tạo cơ sở khoa học để tối ưu hóa liều xạ tại u và tăng cường bảo vệ các cơ quan lành lân cận.

Từ khóa: Xạ trị đầu cổ, IMRT, sai số thiết lập, biên độ an toàn, mặt nạ cố định 5 điểm, Van Herk.

A COMPARISON OF SETUP ERRORS AND SAFETY MARGINS BETWEEN 3-POINT AND 5-POINT IMMOBILIZATION SYSTEMS IN HEAD AND NECK RADIATION THERAPY AT MILITARY HOSPITAL 175

ABSTRACT

Objective: To compare setup errors and calculate safety margins (PTV margins) between 3-point and 5-point HeadSTEP immobilization systems in Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT) for head and neck cancer at Military Hospital 175.

¹ Khoa Xạ trị - Viện Ung bướu và Y học hạt nhân – Bệnh viện Quân y 175

Ngày nhận bài: 02/03/2026

Ngày phản biện: 21/06/2026

Người phản hồi: Nguyễn Thế Ngọc, email: thengocv4@gmail.com

Methods: A total of 2539 iViewGT verification image sets from 101 treatment plans (51 with 3-point and 50 with 5-point masks) were analyzed. Systematic errors (Σ), random errors (σ), and safety margins (A) were determined in three directions: Anterior-Posterior (A.P), Left-Right (L.R), and Superior-Inferior (S.I) using the Van Herk formula ($A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$, $A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$).

Results: The 5-point system demonstrated superior setup accuracy. Specifically, the safety margin (A) in the A.P direction was reduced from 4.3 mm to 2.8 mm, and the S.I direction from 4.1 mm to 3.45 mm. The L.R direction remained stable below 3 mm. Systematic error (Σ) showed the most significant improvement in the A.P direction, decreasing from 1.15 mm to 0.74 mm.

Conclusions: Utilizing a 5-point immobilization system significantly enhances patient setup precision, allowing for a PTV margin reduction to below 3.5 mm. This optimization facilitates better healthy tissue sparing and treatment efficacy.

Keywords: Head and neck cancer, IMRT, setup error, safety margin, 5-point immobilization, Van Herk.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ung thư vùng đầu cổ là nhóm bệnh lý ác tính phổ biến, chiếm tỷ trọng lớn trong cơ cấu bệnh ung thư toàn cầu. Theo dữ liệu từ GLOBOCAN 2022, nhóm bệnh này vẫn là thách thức lớn đối với y tế công cộng do sự phức tạp về cấu trúc giải phẫu và chức năng [1]. Trong những năm gần đây, kỹ thuật xạ trị điều biến liều (IMRT) đã trở thành phương pháp điều trị chủ chốt cho ung thư đầu cổ nhờ khả năng tối ưu hóa phân bố liều tại khối u và giảm thiểu liều chiếu vào các cơ quan trọng yếu lân cận (OAR) như tủy sống, thân não và tuyến mang tai.

Hiệu quả của kỹ thuật IMRT phụ thuộc chặt chẽ vào độ chính xác trong thiết lập vị trí bệnh nhân. Do vùng đầu cổ có nhiều khớp động và các mô lành nằm sát mục tiêu điều trị, một sai số nhỏ trong thiết lập có thể dẫn đến lệch liều, gây thiếu liều tại u hoặc tổn thương nghiêm trọng các mô lành. Để kiểm soát các sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên, việc sử dụng hệ thống cố định bệnh nhân kết hợp với kiểm tra hình ảnh trước xạ trị là yêu cầu bắt buộc.

Tại Khoa Xạ trị - Bệnh viện Quân y 175, hệ thống cố định đã được nâng cấp từ bộ dụng cụ HeadSTEP 3 điểm (cố định phần đầu) sang bộ dụng cụ 5 điểm (cố định cả đầu và vai) của hãng Elekta. Việc đánh giá định lượng sự khác biệt về sai số thiết lập giữa hai loại dụng cụ này

trong thực hành lâm sàng tại đơn vị là cơ sở để chuẩn hóa quy trình. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm định lượng, so sánh sai số thiết lập và xác định biên độ an toàn tối ưu cho mỗi loại dụng cụ dựa trên mô hình Van Herk.

Xuất phát từ thực tiễn trên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài: “So sánh sai số thiết lập và biên độ an toàn giữa bộ dụng cụ cố định 3 điểm và 5 điểm trong xạ trị vùng đầu cổ tại Bệnh viện Quân y 175” với hai mục tiêu:

1. Định lượng và so sánh sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên trong thiết lập bệnh nhân giữa bộ dụng cụ cố định HeadSTEP 3 điểm và 5 điểm.

2. Xác định biên độ an toàn (PTV margin) tối ưu cho mỗi loại dụng cụ dựa trên mô hình Van Herk, làm cơ sở thực tiễn để chuẩn hóa quy trình xạ trị tại đơn vị.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên các dữ liệu hình ảnh kiểm tra sai lệch trước khi xạ trị của các kế hoạch ung thư vùng đầu cổ sử dụng kỹ thuật IMRT tại Khoa Xạ trị - Bệnh viện Quân y 175. Đặc điểm lâm sàng của mẫu nghiên cứu bao gồm các bệnh nhân đa dạng về độ tuổi và giới tính, với các vị trí bướu nguyên phát phổ

biến vùng đầu cổ ở nhiều giai đoạn khác nhau, đáp ứng đủ điều kiện xạ trị IMRT.

2.1.1. Tiêu chuẩn lựa chọn mẫu:

- Các hình ảnh kiểm tra sai lệch về vị trí bệnh nhân trước khi thực hiện kế hoạch xạ trị IMRT vùng đầu cổ.

- Các kế hoạch xạ trị này sử dụng hệ thống cố định HeadSTEP (3 điểm hoặc 5 điểm) và mặt nạ nhiệt cố định người bệnh tương ứng trong suốt quá trình điều trị.

2.1.2. Tiêu chuẩn loại trừ:

- Dữ liệu hình ảnh iViewGT không đạt chất lượng để phân tích hoặc dữ liệu hình ảnh của các kế hoạch xạ trị bị thiếu hụt trên 20% số lần xạ trị.

- Các kế bộ hình ảnh của các bệnh nhân không phải vùng đầu cổ và không phải xạ trị IMRT.

2.1.3. Cơ mẫu và phân nhóm nghiên cứu:

Tổng cộng 2539 bộ dữ liệu hình ảnh tương ứng thỏa mãn các tiêu chuẩn lựa chọn được đưa vào nghiên cứu, được chia thành hai nhóm dựa trên hệ thống cố định sử dụng:

- **Nhóm 1 (Hệ thống cố định 3 điểm):** Tổng số bộ hình ảnh iViewGT được phân tích

là $n_1 = 937$ bộ.

- **Nhóm 2 (Hệ thống cố định 5 điểm):**

Tổng số bộ hình ảnh iViewGT được phân tích là $n_2 = 1602$ bộ.

Sự chênh lệch lớn về số lượng hình ảnh thu nhận giữa hai nhóm xuất phát từ việc thay đổi phác đồ kiểm tra hình ảnh, nhóm sử dụng bộ 5 điểm được chỉ định chụp kiểm tra iViewGT thường xuyên hơn trong thời gian đầu nhằm đánh giá chặt chẽ độ ổn định của hệ thống mới, từ đó dẫn đến số lượng hình ảnh lớn hơn trên mỗi kế hoạch.

2.2. Trang thiết bị nghiên cứu

Hệ thống trang thiết bị đồng bộ phục vụ mô phỏng, lập kế hoạch và điều trị được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm:

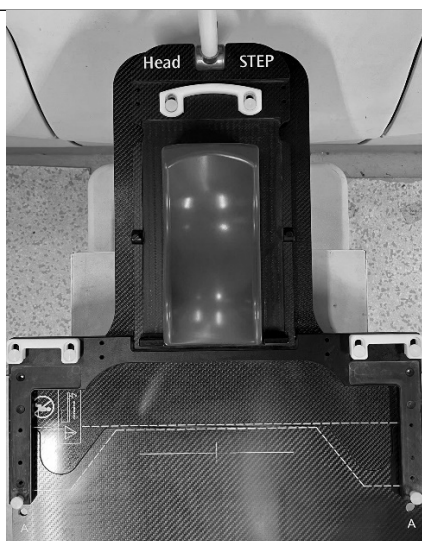
2.2.1. Hệ thống cố định bệnh nhân:

Nhóm 1: Sử dụng hệ thống HeadSTEP 3 điểm (Elekta, Thụy Điển) kết hợp với mặt nạ nhiệt 3 điểm chốt, tập trung cố định vùng sọ mặt.

Nhóm 2: Sử dụng hệ thống HeadSTEP 5 điểm (Elekta, Thụy Điển) kết hợp với mặt nạ nhiệt 5 điểm chốt, cho phép cố định đồng thời vùng đầu, cổ và hai vai.



Bộ dụng cụ HeadSTEP 3 điểm



Bộ dụng cụ HeadSTEP 5 điểm

2.2.2. Hệ thống mô phỏng và lập kế hoạch:

- **Máy chụp mô phỏng:** Máy CT Big Bore (Philips, Hà Lan) chuyên dụng cho xạ trị, cấu hình 16 lát cắt, tích hợp hệ thống laser định vị mặt ngoài.

- **Hệ thống lập kế hoạch (TPS):** Phần mềm Monaco phiên bản 5.11.03 (Elekta), sử dụng thuật toán tính liều Monte Carlo nhằm đảm bảo độ chính xác cao trong phân phối liều lượng.

2.2.3. Hệ thống máy gia tốc và kiểm tra hình ảnh:

- **Máy gia tốc tuyến tính:** Elekta Precise (Elekta, Thụy Điển), năng lượng Photon 6 MV, tích hợp hệ thống ống chuẩn trực đa lá (MLC).

- **Hệ thống kiểm tra hình ảnh (IGRT):** Hệ thống iViewGT (Elekta) sử dụng bảng nhận cảm điện tử (EPID) để thu nhận hình ảnh 2D trước mỗi buổi chiếu xạ.

- **Phần mềm phân tích:** Dữ liệu hình ảnh được xử lý và so sánh trực tiếp trên phần mềm chuyên dụng Mosaiq để xác định độ dịch chuyển của bệnh nhân theo 3 chiều không gian: Trước - Sau (A.P), Trái - Phải (L.R) và Trên - Dưới (S.I).

2.3. Quy trình thực hiện và Thông số đánh giá

2.3.1. Quy trình mô phỏng và chuẩn bị điều trị

Tất cả các kế hoạch xạ trị bệnh nhân trong cả hai nhóm đều được thực hiện theo quy trình chuẩn hóa:

1. **Cố định:** Bệnh nhân nằm ngửa, sử dụng gối đỡ đầu và hệ thống cố định HeadSTEP (3 điểm hoặc 5 điểm tùy nhóm). Mặt nạ nhiệt được gia nhiệt và tạo hình để ôm sát các mốc giải phẫu.

2. **Chụp CT mô phỏng:** Thực hiện chụp CT với lát cắt 3 mm. Hình ảnh được chuyển sang hệ thống Monaco để lập kế hoạch xạ trị IMRT.

3. **Xác định mục tiêu:** Bác sĩ xạ trị phân vùng thể tích đích (CTV, PTV) và các cơ quan lành.

2.3.2. Kiểm tra hình ảnh và thu thập số liệu

Trước mỗi buổi xạ trị, bệnh nhân được kiểm tra vị trí bằng hệ thống iViewGT:

- Hình ảnh EPID thực tế được chồng khớp với hình ảnh DRR chuẩn từ TPS.

- Độ dịch chuyển được ghi nhận theo 3 chiều: Trước - Sau (A.P), Trái - Phải (L.R), và Trên - Dưới (S.I).

- Các sai số dịch chuyển vượt quá 1mm sẽ được điều chỉnh về dưới 1mm bằng bàn điều trị cơ giới hóa trước khi tiến hành phát tia.

2.3.3. Phương pháp toán học và thống kê

Dựa trên các giá trị dịch chuyển thu được, các chỉ số sai số được tính toán theo mô hình của Van Herk:

- **Sai số hệ thống (Σ):** Được xác định bằng độ lệch chuẩn của các giá trị sai số trung bình của từng cá thể bệnh nhân trong nhóm.

- **Sai số ngẫu nhiên (σ):** Được xác định bằng căn bậc hai của trung bình các phương sai sai số của từng bệnh nhân.

- **Biên độ an toàn PTV (A):** Tính toán theo công thức tối ưu hóa phân bố liều:

$$(A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop} A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}).$$

Trong đó, biên độ này đảm bảo 95% liều kê đơn bao phủ ít nhất 90% thể tích đích cho 90% số lượng bệnh nhân.

- **Xử lý số liệu:** Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm thống kê R - thư viện tidyverse, ggplot2.

2.4. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu không can thiệp làm thay đổi phác đồ điều trị chuẩn của bệnh nhân. Các thông tin thu thập là dữ liệu kiểm tra hình ảnh trước khi xạ trị được tổng hợp phân tích các sai số cố định người bệnh được hệ thống ghi nhận. Các dữ liệu này được phân chia thành 2 nhóm từ thời điểm điều chỉnh bộ dụng cụ cố định. Kết quả nghiên cứu được sử dụng nhằm nâng cao

chất lượng chăm sóc và điều trị cho bệnh nhân ung thư đầu cổ, không sử dụng cho các mục đích khác ngoài nghiên cứu khoa học.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Trong thời gian nghiên cứu, chúng tôi đã tiến hành phân tích tổng cộng 2539 bộ hình ảnh kiểm tra iViewGT từ 101 kế hoạch xạ trị bệnh nhân. Kết quả cụ thể về sai số thiết lập và biên

độ an toàn được trình bày dưới đây.

3.1. Sai số thiết lập và biên độ an toàn của hệ thống cố định 3 điểm

Kết quả phân tích 937 bộ hình ảnh từ 51 kế hoạch xạ trị cho bệnh nhân sử dụng mặt nạ 3 điểm cho thấy sai số dịch chuyển có xu hướng lớn nhất ở chiều Trước - Sau (A.P) và Trên - Dưới (S.I)

Bảng 3.1. Các thông số sai số và biên độ an toàn của nhóm cố định 3 điểm (n=937)

Chiều dịch chuyển	Sai số (mm, Mean±SD)	Σ (mm)	σ (mm)	Biên độ an toàn A (mm)
Trước - Sau (A.P)	2,2 ± 2,4	1,15	2,1	4,3
Trái - Phải (L.R)	0,03 ± 1,7	0,74	1,5	2,9
Trên - Dưới (S.I)	1,95 ± 2,1	1,17	1,7	4,1

Nhận xét: Đối với hệ thống 3 điểm, biên độ an toàn PTV cần thiết để bao phủ liều đạt mức trên 4 mm ở hai chiều A.P và S.I. Chiều L.R có độ ổn định tốt nhất với biên độ an toàn dưới 3 mm.

3.2. Sai số thiết lập và biên độ an toàn của hệ thống cố định 5 điểm

Kết quả phân tích 1602 bộ hình ảnh từ 50 kế hoạch xạ trị cho bệnh nhân sử dụng mặt nạ 5 điểm cho thấy sự cải thiện rõ rệt về độ chính xác thiết lập.

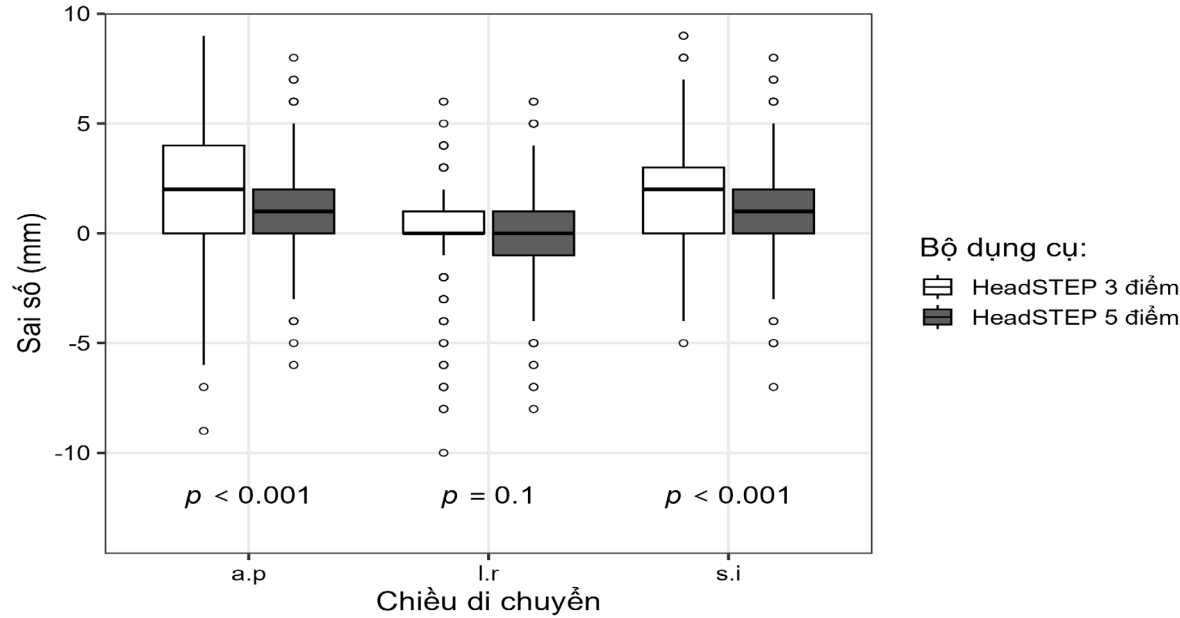
Bảng 3.2. Các thông số sai số và biên độ an toàn của nhóm cố định 5 điểm (n=1602)

Chiều dịch chuyển	Sai số (mm, Mean±SD)	Σ (mm)	σ (mm)	Biên độ an toàn A (mm)
Trước - Sau (A.P)	1,37 ± 1,57	0,74	1,38	2,8
Trái - Phải (L.R)	0,08 ± 1,5	0,75	1,3	2,79
Trên - Dưới (S.I)	1,3 ± 1,7	0,98	1,41	3,45

Nhận xét: Khi sử dụng hệ thống 5 điểm, tất cả các chỉ số sai số hệ thống (Σ) và sai số ngẫu nhiên (σ) đều giảm đáng kể. Đặc biệt, biên độ an toàn PTV ở tất cả các chiều đều được kiểm soát ở mức dưới 3,5 mm.

3.3. So sánh hiệu quả giữa hai hệ thống cố định

- So sánh độ lệch – sai số thiết lập giữa 2 bộ cố định trên tổng số hình ảnh kiểm tra iView-GT:



Biểu đồ 3.1. Sai số di chuyển 3 chiều a.p - trên dưới, l.r - trái phải, s.i - trong ngoài (n1 = 937, n2 = 1602)

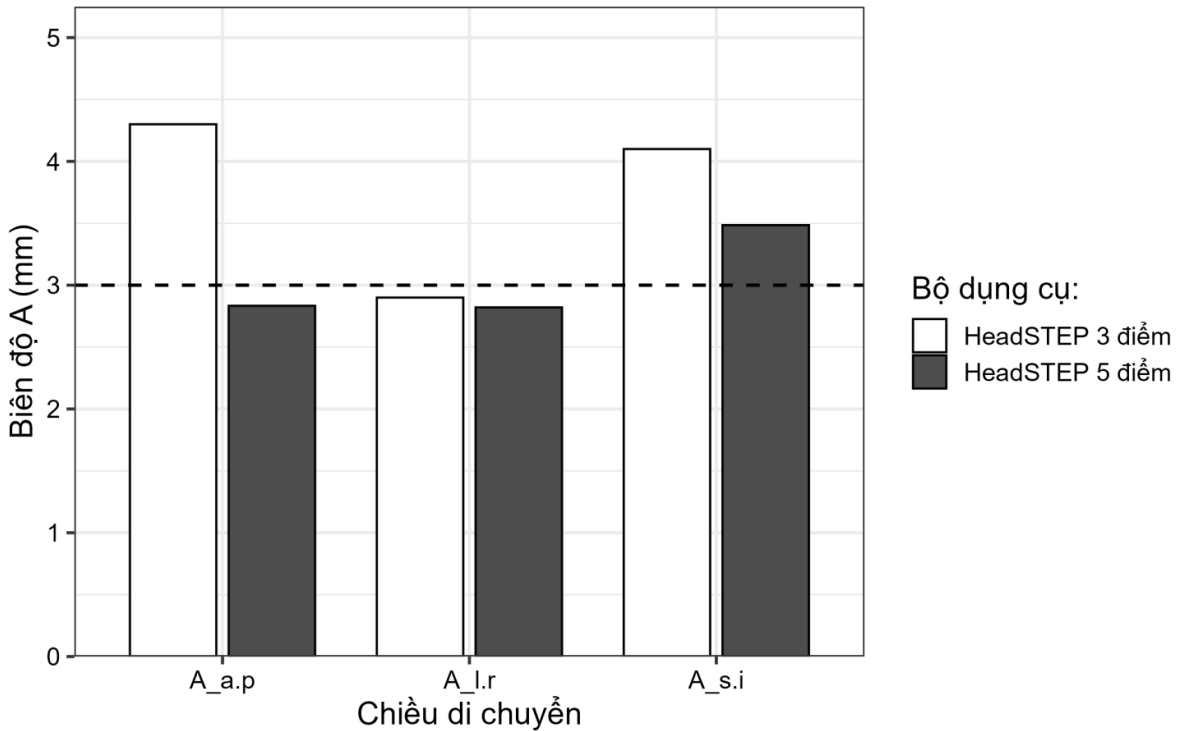
Nhận xét chung: Kết quả phân tích cho thấy hệ thống cố định 5 điểm có ưu thế vượt trội trong việc hạn chế dịch chuyển theo chiều Trước - Sau (giảm 35% biên độ sai số) và Trên - Dưới so với hệ thống còn lại. Đối với chiều Trái - Phải, sự khác biệt về độ lệch giữa hai bộ dụng cụ không có ý nghĩa thống kê ($p = 0.1$), cho thấy cả hai đều kiểm soát tốt chuyển động ngang. Sự cải thiện này khẳng định vai trò quan trọng của việc cố định thêm vùng vai trong việc tối ưu hóa độ ổn định tư thế cho bệnh nhân xạ trị đầu-cổ. Sự khác biệt giữa hai bộ dụng cụ trên các chiều dịch chuyển được xác định bằng phép kiểm định t -test độc lập, với giá trị p tương ứng được hiển thị trực quan trên biểu đồ.

- So sánh biên độ an toàn (A) giữa hai nhóm nghiên cứu được thể hiện rõ qua bảng và biểu đồ:

Bảng 3.3. So sánh biên độ an toàn PTV giữa mặt nạ 3 điểm và 5 điểm

Chiều dịch chuyển	Nhóm 3 điểm (mm)	Nhóm 5 điểm (mm)	Mức giảm biên độ
Trước – Sau (A.P)	4,3	2,8	1,5 mm
Trái - Phải (L.R)	2,9	2,79	0,11 mm
Trên - Dưới (S.I)	4,1	3,45	0,65 mm

Nhận xét chung: Việc chuyển đổi từ bộ dụng cụ cố định 3 điểm sang 5 điểm mang lại sự cải thiện rõ rệt và toàn diện về độ chính xác trong xạ trị vùng đầu cổ. Hệ thống 5 điểm giúp thu hẹp biên độ A xuống dưới **3,5 mm** ở tất cả các chiều. Trong khi đó, hệ thống 3 điểm đòi hỏi biên độ lớn hơn, lên tới **4,3 mm** (chiều Trước - Sau) để đảm bảo bao phủ liều lượng.



Biểu đồ 3.2. So sánh biên độ an toàn A giữa 2 bộ dụng cụ

Nhận xét chung: Việc thu hẹp biên độ an toàn từ mức > 4 mm xuống $< 3,5$ mm tạo cơ sở khoa học quan trọng để các bác sĩ tự tin tối ưu hóa liều xạ tại khối u, đồng thời giảm đáng kể thể tích mô lành bị chiếu xạ, giúp bảo vệ tốt hơn các cơ quan trọng yếu như tuyến mang tai và thân não.

4. BÀN LUẬN

4.1. Phân tích sự cải thiện độ chính xác của hệ thống cố định 5 điểm

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc chuyển đổi từ hệ thống cố định 3 điểm sang 5 điểm đã mang lại sự cải thiện đáng kể về độ chính xác thiết lập vị trí bệnh nhân. Điểm khác biệt mấu chốt nằm ở thiết kế mở rộng của mặt nạ 5 điểm, tích hợp thêm hai điểm chốt cố định tại vùng vai.

Trong xạ trị vùng đầu cổ, vùng vai và cột sống cổ là những vị trí có biên độ vận động lớn và khó kiểm soát nhất. Với hệ thống 3 điểm cũ, mặt nạ chỉ ôm sát phần sọ mặt, dẫn đến việc

bệnh nhân vẫn có thể cử động nhẹ vùng vai hoặc thay đổi độ cong của cột sống cổ giữa các buổi chiếu xạ. Ngược lại, hệ thống 5 điểm tạo ra một khối thống nhất giữa đầu, cổ và vai, giúp hạn chế tối đa các chuyển động tịnh tiến và chuyển động xoay. Điều này giải thích tại sao sai số hệ thống (Σ) ở chiều Trước - Sau (A.P) giảm mạnh nhất. Đáng chú ý, ở chiều Trái - Phải (L.R), phân tích thống kê ($p = 0.1$) cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai dụng cụ, chứng minh rằng sự ổn định ở phương ngang đã được đáp ứng tốt ngay từ bộ dụng cụ 3 điểm và tiếp tục được duy trì ở bộ 5 điểm.

4.2. Ý nghĩa của việc thu hẹp biên độ an toàn PTV (Margin)

Việc xác định biên độ an toàn $A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$ $A=2.5 \sum_{pop} +0.7 \sigma_{pop}$ theo mô hình Van Herk nhằm đảm bảo liều xạ bao phủ mục tiêu trong bối cảnh có sai số [2]. Kết quả của chúng tôi cho thấy với hệ thống 5 điểm, biên độ an toàn có thể thu hẹp xuống dưới 3,5 mm ở tất cả các chiều (đặc biệt chiều A.P chỉ còn 2,8 mm).

Sự sụt giảm biên độ margin từ mức > 4 mm xuống < 3,5 mm có ý nghĩa lâm sàng cực kỳ quan trọng trong xạ trị IMRT:

- **Bảo vệ cơ quan lành (OARs):** Mỗi mm biên độ giảm bớt sẽ giúp giảm đáng kể thể tích mô lành bị chiếu xạ liều cao, đặc biệt là tuyến mang tai và thân não, từ đó giảm thiểu tác dụng phụ khô miệng và các biến chứng thần kinh muện.

- **Tăng liều tại u:** Khi biên độ an toàn nhỏ và chính xác hơn, bác sĩ có thể tự tin hơn trong việc tăng liều tại khối u để nâng cao tỷ lệ kiểm soát tại chỗ mà vẫn đảm bảo an toàn.

4.3. So sánh với các nghiên cứu khác

Kết quả của chúng tôi tương đồng với nghiên cứu của Gilbeau và cộng sự [3], khi tác giả cũng nhận định mật xạ nhiệt cố định vai giúp tăng độ ổn định thiết lập so với các loại mật xạ chỉ cố định vùng đầu. Đồng thời, kết quả này cũng hoàn toàn phù hợp với các báo cáo cập nhật gần đây, tiêu biểu như nghiên cứu của Li và cộng sự [4], trong đó khẳng định việc nâng cấp hệ thống cố định đa điểm mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc kiểm soát sai số thiết lập và thu hẹp biên độ an toàn PTV margin cho bệnh nhân xạ trị vùng đầu cổ.

So với nghiên cứu của Chen và cộng sự [5], mức biên độ an toàn 2,8 – 3,45 mm của chúng tôi tiệm cận với các trung tâm xạ trị tiên tiến trên thế giới (thường dao động từ 3 – 5 mm cho vùng đầu cổ). Tuy nhiên, cần lưu ý rằng kết quả này đạt được trong điều kiện sử dụng hệ thống iViewGT để kiểm tra và hiệu chỉnh vị

trí thường quy. Như Navran và cộng sự [6] đã chỉ ra, việc giảm margin chỉ thực sự an toàn khi đi kèm với một quy trình kiểm soát chất lượng (QA) chặt chẽ và hệ thống dẫn đường hình ảnh (IGRT) hiện đại.

4.4. Hạn chế của nghiên cứu

Mặc dù cỡ mẫu và số lượng hình ảnh phân tích khá lớn, nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào sai số thiết lập cơ học. Các sai số do thay đổi sinh học của bệnh nhân (như giảm cân, khối u co nhỏ trong quá trình xạ) chưa được tách biệt hoàn toàn trong phân tích này. Việc theo dõi và quản lý tốt sự thay đổi thể tích này, kết hợp với các kỹ thuật xạ trị đáp ứng, sẽ đóng vai trò then chốt trong việc duy trì độ chính xác của liều xạ, tối ưu hóa hơn nữa hiệu quả của hệ thống cố định và hạn chế biến chứng cho bệnh nhân khi kỹ thuật được nâng cấp.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Qua nghiên cứu so sánh sai số thiết lập trên 2539 bộ hình ảnh kiểm tra của 101 kế hoạch xạ trị bệnh nhân ung thư vùng đầu cổ, chúng tôi rút ra các kết luận sau:

1. **Sự ưu việt của hệ thống cố định 5 điểm:** Việc sử dụng mặt nạ cố định cả đầu và vai giúp giảm đáng kể sai số thiết lập so với hệ thống 3 điểm. Sai số hệ thống giảm mạnh nhất ở chiều Trước - Sau (từ 1,15 mm xuống 0,74 mm) và chiều Trên - Dưới (từ 1,17 mm xuống 0,98 mm).

2. **Tối ưu hóa biên độ an toàn (PTV Margin):** Biên độ an toàn tính theo công thức Van Herk đối với hệ thống 5 điểm được thu hẹp xuống dưới 3,5 mm cho tất cả các chiều (dao động từ 2,79 mm đến 3,45 mm). Trong khi đó, hệ thống 3 điểm đòi hỏi biên độ an toàn lớn hơn, lên tới 4,3 mm để đảm bảo bao phủ liều lượng.

3. **Độ ổn định:** Chiều Trái - Phải (L.R) cho thấy độ ổn định cao nhất và ít khác biệt nhất giữa hai loại dụng cụ, với biên độ an toàn duy trì ở mức dưới 3 mm.

5.2. Kiến nghị

Dựa trên các kết quả thu được, nhóm nghiên cứu đưa ra các kiến nghị sau nhằm nâng cao chất lượng điều trị:

1. Chuẩn hóa quy trình cố định: Khuyến nghị ưu tiên sử dụng hệ thống HeadSTEP 5 điểm cho tất cả bệnh nhân xạ trị kỹ thuật cao vùng đầu cổ (IMRT/VMAT), đặc biệt là các trường hợp có u nằm gần các cơ quan trọng yếu như tủy sống, thân não hoặc vùng vai cổ phức tạp.

2. Duy trì kiểm tra hình ảnh iviewGT thường xuyên trước xạ: Với việc sử dụng PTV-margin là 3mm cho các kế hoạch xạ trị IMRT khi lập kế hoạch xạ trị thì việc thường

xuyên kiểm tra hình ảnh trước xạ để đưa các sai số thiết đặt bệnh nhân về ngưỡng biên độ an toàn 3mm là cần thiết.

3. Tăng cường đào tạo và QA: Cần chú trọng kỹ năng làm mặt nạ nhiệt cho kỹ thuật viên để đảm bảo mặt nạ ôm sát các mốc giải phẫu ngay từ bước mô phỏng, nhằm phát huy tối đa hiệu quả của bộ cố định 5 điểm.

4. Hướng nghiên cứu tiếp theo: Cần thực hiện các nghiên cứu đánh giá thêm về sai số xoay và sự thay đổi thể tích hình thể bệnh nhân trong quá trình xạ trị để tiến tới áp dụng kỹ thuật xạ trị thích nghi giúp cá thể hóa hơn nữa biên độ an toàn cho từng bệnh nhân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bray, F., et al. (2024). "Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries" *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229-263. DOI: 10.3322/caac.21834.
2. Van Herk, M. (2004). "Errors and margins in radiotherapy" *Seminars in Radiation Oncology*, 14(1), 52-64. DOI: 10.1053/j.semradonc.2003.10.003.
3. Gilbeau, L., et al. (2001). "Comparison of setup accuracy of three different thermoplastic masks for the treatment of brain and head and neck tumors" *Radiotherapy and Oncology*, 58(2), 155-162. DOI: 10.1016/S0167-8140(00)00300-8.
4. Li, Q., et al. (2021). "Clinical evaluation of setup errors and PTV margins using different immobilization systems in head and neck cancer radiotherapy" *Radiation Oncology*, 16(1), 1-9.
5. Chen, A. M., et al. (2011). "Evaluation of the planning target volume in the treatment of head and neck cancer with IMRT: What is the appropriate expansion margin in the setting of daily image guidance?" *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 81(4), 943-949. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2010.07.1989.
6. Navran, A., et al. (2019). "The impact of margin reduction on outcome and toxicity in head and neck cancer patients treated with image-guided volumetric modulated arc therapy (VMAT)" *Radiotherapy and Oncology*, 130, 25-31. DOI: 10.1016/j.radonc.2018.09.006.