

# Thể tích bàng quang tối ưu trong lập kế hoạch xạ trị giảm phân liều ung thư tuyến tiền liệt

## Optimal bladder volume for hypofractionated radiotherapy planning in prostate cancer

Nguyễn Đình Châu\*, Vương Xuân An,  
Nguyễn Xuân Kiên, Phạm Quang Trung,  
Lê Mạnh Đức, Trịnh Thị Mai, Nguyễn Văn Hiến,  
Lê Văn Huân, Lê Lương Sơn và Bùi Quang Biểu

Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

### Tóm tắt

**Mục tiêu:** Xác định thể tích bàng quang tối ưu trong quá trình lập kế hoạch xạ trị giảm phân liều ung thư tuyến tiền liệt, từ đó góp phần nâng cao chất lượng mô phỏng và giảm tác dụng phụ trên bàng quang. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu hồi cứu trên 27 bệnh nhân ung thư tuyến tiền liệt giai đoạn tại chỗ được xạ trị giảm phân liều triệt căn với tổng liều 60Gy trong 20 phân liều. Thể tích bàng quang được khảo sát trên hình ảnh CT mô phỏng. Sử dụng đường cong ROC để khảo sát ngưỡng tối ưu của thể tích bàng quang trong lập kế hoạch xạ trị với tiêu chí thể tích bàng quang nhận liều 60Gy (V60) < 5%. **Kết quả:** Tuổi trung bình  $72,0 \pm 7,7$ , tỷ lệ nhóm nguy cơ trung bình và cao lần lượt là 22,2% và 77,8%. Tỷ lệ xạ trị hạch chậu dự phòng chiếm 37,0%. Thể tích bia lâm sàng trung bình chỉ định liều 60Gy (CTV 60) là  $39,4 \pm 24,9$  ml. Thể tích bàng quang trung bình  $198,6 \pm 109,1$  ml. Thể tích bàng quang có khả năng dự báo kết quả lập kế hoạch xạ trị (AUC = 0,80, p = 0,009); với ngưỡng 240 ml, độ nhạy 62,5% độ đặc hiệu 100%. **Kết luận:** Thể tích bàng quang  $\geq 240$  ml là ngưỡng tối ưu trong lập kế hoạch xạ trị giảm phân liều ung thư tuyến tiền liệt.

**Từ khóa:** Xạ trị giảm phân liều, ung thư tuyến tiền liệt, thể tích bàng quang

### Summary

**Objective:** To determine the optimal bladder volume in hypofractionated radiotherapy planning for prostate cancer, thereby improving simulation quality and reducing bladder complications. **Subject and method:** A retrospective study was conducted on 27 patients with localized stage prostate cancer treated with definitive hypofractionated radiotherapy. Bladder volume was assessed on simulation CT images. ROC curve analysis was used to identify the optimal threshold of bladder volume for radiotherapy planning, with the approved criteria of bladder volume receiving 60Gy (V60) less than 5%. **Result:** The mean age of patients was  $72.0 \pm 7.7$  years. The proportions of patients in the intermediate and high-risk groups were 22.2% and 77.8%, respectively. Pelvic lymph node irradiation was performed in 37.0% of cases. The mean clinical target volume prescribed 60 Gy (CTV60) was  $39.4 \pm 24.9$  ml. The mean bladder volume was  $198.6 \pm 109.1$  ml. Bladder volume was a significant predictor of radiotherapy planning outcomes (AUC = 0.80, p=0.009); with a threshold of 240 ml, the sensitivity and specificity was 62.5% and

Ngày nhận bài: 8/9/2025, ngày chấp nhận đăng: 19/9/2025

\* Tác giả liên hệ: [chaunm108@gmail.com](mailto:chaunm108@gmail.com) - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

100%. *Conclusion:* Maintaining bladder volume above 240 ml contributes to optimizing hypofractionated radiotherapy planning for prostate cancer.

*Keywords:* Hypofractionated radiotherapy, prostate cancer, bladder volume

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ung thư tuyến tiền liệt là một trong những ung thư phổ biến nhất ở nam giới và là nguyên nhân tử vong do ung thư đứng hàng thứ hai tại nhiều quốc gia phát triển<sup>1,2</sup>. Xạ trị và phẫu thuật là các phương pháp có hiệu quả tương đương trong điều trị triệt căn ung thư tuyến tiền liệt giai đoạn tại chỗ<sup>3</sup>. Những tiến bộ trong kỹ thuật xạ trị gần đây, đặc biệt là xạ trị giảm phân liều (hypofractionated radiotherapy) đã mở ra cơ hội rút ngắn thời gian điều trị mà vẫn đảm bảo tính an toàn cho bệnh nhân.

Một số nghiên cứu chỉ ra xạ trị giảm phân liều (2,4-4,5Gy mỗi phân liều) có kết quả tương đương về sống thêm toàn bộ, cải thiện về kiểm soát sinh hóa so với cách phân liều truyền thống trước đây (1,8-2,0Gy mỗi phân liều)<sup>4</sup>. Bên cạnh các lợi ích đó, nguy cơ biến chứng muộn trên bàng quang, trực tràng cũng trở thành mối quan tâm hàng đầu, đặc biệt khi liều của mỗi phân liều được nâng cao. Để đảm bảo hạn chế tác dụng phụ trên bàng quang, việc khảo sát phân bố liều dựa trên bản đồ phân bố liều theo thể tích (dose volume histogram - DVH) khi lập kế hoạch xạ trị là rất quan trọng. Trong đó, thể tích bàng quang nhận liều 60Gy (V60) được chú ý nhiều hơn cả. Theo các nghiên cứu, giá trị này được cho phép dao động dưới 35%, tuy nhiên, ngưỡng tối ưu được khuyến cáo không quá 5%<sup>5</sup>.

Có nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng tới phân bố liều xạ trên bàng quang khi lập kế hoạch xạ trị như thể tích điều trị, thể tích bàng quang... Trong đó, yếu tố quyết định trực tiếp chính là thể tích bàng quang. Các nghiên cứu gần đây cho thấy thể tích bàng quang từ 200 - 250ml có thể làm giảm đáng kể liều thành bàng quang, đồng thời cải thiện chất lượng kế hoạch<sup>6</sup>. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới nhưng hiện chưa có sự thống nhất về ngưỡng thể tích bàng quang tối ưu trong lập kế hoạch xạ trị giảm phân liều. Tại Việt Nam, các bằng chứng thực tiễn về vấn đề này còn rất hạn chế. Do vậy, việc nghiên cứu xác định ngưỡng thể tích bàng

quang tối ưu trong thực hành xạ trị ung thư tuyến tiền liệt tại nước ta có ý nghĩa thực tiễn, giúp nâng cao chất lượng lập kế hoạch và hạn chế biến chứng điều trị.

Xuất phát từ thực tế đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu hồi cứu trên nhóm bệnh nhân ung thư tuyến tiền liệt giai đoạn tại chỗ, được điều trị bằng xạ trị triệt căn. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định ngưỡng thể tích bàng quang tối ưu trong lập kế hoạch xạ trị giảm phân liều cho nhóm bệnh nhân này, từ đó góp phần chuẩn hóa quy trình chuẩn bị bàng quang trước mô phỏng và xạ trị.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

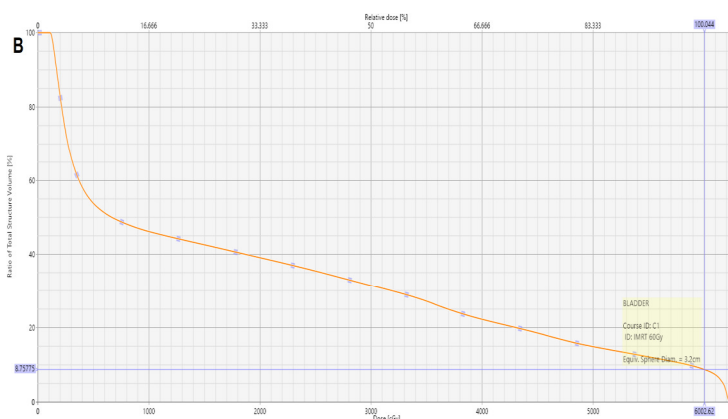
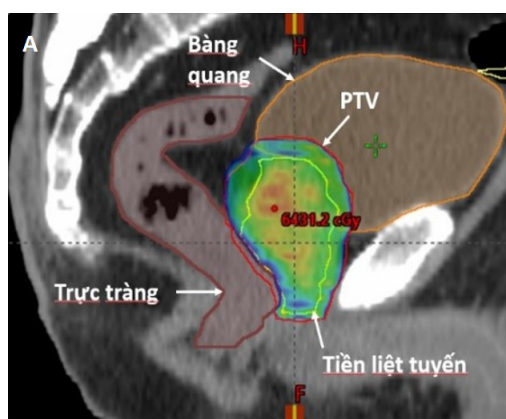
Nghiên cứu hồi cứu được tiến hành trên 27 bệnh nhân ung thư tuyến tiền liệt giai đoạn tại chỗ được điều trị tại khoa Xạ trị - Xạ phẫu, bệnh viện Trung ương Quân đội 108 từ năm 2022 đến 2024. Tiêu chuẩn chọn gồm: chẩn đoán mô bệnh học xác định ung thư biểu mô tuyến tiền liệt, giai đoạn tại chỗ (T1-3bN0M0), được chỉ định xạ trị triệt căn với phác đồ giảm phân liều, có đầy đủ dữ liệu lâm sàng và hình ảnh CT mô phỏng. Tiêu chuẩn loại trừ bao gồm: bệnh nhân đã phẫu thuật cắt tuyến tiền liệt hoặc xạ trị trước đó, có ung thư phối hợp khác trong vòng 5 năm gần nhất, bệnh nhân không tuân thủ quy trình chuẩn bị bàng quang trước mô phỏng (viêm bàng quang, bí tiểu, tiểu không tự chủ). Các dữ liệu được thu thập từ hồ sơ bệnh án và hệ thống lập kế hoạch xạ trị.

Quy trình mô phỏng và lập kế hoạch xạ trị: Trước khi chụp CT mô phỏng, các bệnh nhân được hướng dẫn đi đại tiện và tiểu tiện sạch, uống 500 ml nước lọc và nhịn tiểu trong 30-40 phút. Khi mô phỏng, bệnh nhân ở tư thế nằm ngửa, cố định toàn thân bằng túi chân không (vaclok), trường chụp từ đốt sống L3 tới 1/3 trên đùi, độ dày lát cắt 2,5 mm. Xác định thể tích bia lâm sàng (clinical target volume - CTV) chỉ định liều 60Gy bao gồm tuyến tiền liệt ± túi tinh và các cơ quan lành (bàng quang, trực

tràng, chỏm xương đùi, ruột non và hành xối) theo hướng dẫn của hội xạ trị Mỹ <sup>7</sup>. Thể tích bia lập kế hoạch (planning target volume - PTV) được mở biên từ CTV ra các hướng từ 3-7 mm. Bệnh nhân được lập kế hoạch bằng kỹ thuật điều biến liều (intensity modulated radiation therapy - IMRT) với tổng liều 60 Gy trong 20 phân liều. Xạ trị hạch chậu khi nguy cơ di căn hạch > 20 % theo công thức Partin, chỉ định liều 44Gy/20 phân liều tại hạch chậu ngoài, hạch

chậu trong, hạch bịt và hạch trước xương cùng tới ngang mức S2 <sup>8</sup>.

Đánh giá thể tích bàng quang: Thể tích bàng quang được xác định trên CT mô phỏng bằng phần mềm lập kế hoạch Eclipse 13.6 (Varian, Mỹ). Phân tích biểu đồ liều-thể tích (DVH) từ kế hoạch xạ trị trên phần mềm để xác định thể tích bàng quang nhận liều 60Gy (V60). Tiêu chí để tối ưu hoá kế hoạch xạ trị cho bàng quang cần đạt là V60 < 5% <sup>5</sup>.



**Hình 1.** Kế hoạch xạ trị giảm phần liều ung thư tuyến tiền liệt: (A) phân bố liều 60Gy (màu xanh) tại PTV, thể tích bàng quang 202 ml; (B) Biểu đồ phân bố liều theo thể tích: thể tích bàng quang nhận liều 60Gy là 8,7 %.

Xử lý số liệu: Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 20.0. Thống kê mô tả: giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn cho biến liên tục; tần suất, tỉ lệ % cho biến phân loại. Sử dụng đường cong ROC để xác định ngưỡng thể tích bàng quang có khả năng dự báo kết quả lập kế hoạch xạ trị thỏa mãn điều kiện cho bàng quang V60 < 5%. Giá trị  $p < 0,05$  được xem là có ý nghĩa thống kê.

### III. KẾT QUẢ

**Bảng 1. Đặc điểm bệnh nhân**

| Đặc điểm                            | n                                 | Tỷ lệ (%) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Tuổi trung bình (nhỏ nhất-lớn nhất) | 72,0 $\pm$ 7,7 ( 47-83 )          |           |
| ECOG                                |                                   |           |
| 0                                   | 17                                | 63,0      |
| 1                                   | 10                                | 37,0      |
| PSA toàn phần (ng/ml)               | 34,2 $\pm$ 33,3 (6,7 $\pm$ 132,2) |           |
| Giai đoạn                           |                                   |           |
| T1                                  | 6                                 | 22,3      |
| T2                                  | 11                                | 40,7      |
| T3                                  | 10                                | 37,0      |

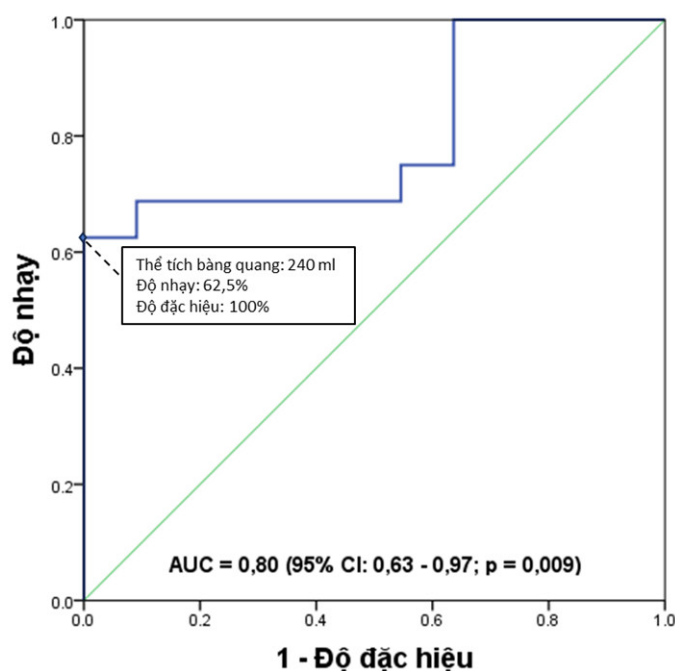
| Đặc điểm                                                | n                            | Tỷ lệ (%) |
|---------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Gleason                                                 |                              |           |
| 6                                                       | 3                            | 11,1      |
| 7                                                       | 7                            | 25,9      |
| >7                                                      | 17                           | 63,0      |
| Nguy cơ                                                 |                              |           |
| Trung bình                                              | 6                            | 22,2      |
| Cao                                                     | 21                           | 77,8      |
| Xạ trị hạch chậu                                        |                              |           |
| Có                                                      | 10                           | 37,0      |
| Không                                                   | 17                           | 63,0      |
| CTV60 trung bình (ml)(nhỏ nhất-lớn nhất)                | 39,4 ± 24,9 (9,8 - 119,6)    |           |
| Thể tích bàng quang trung bình (ml) (nhỏ nhất-lớn nhất) | 198,6 ± 109,1 (42,5 - 483,7) |           |
| Phân loại thể tích bàng quang                           |                              |           |
| < 200 ml                                                | 15                           | 55,6      |
| 200-250ml                                               | 5                            | 18,5      |
| > 250ml                                                 | 7                            | 25,9      |

Nhóm nghiên cứu gồm 27 bệnh nhân, tuổi trung bình  $72,0 \pm 7,7$  (47 - 83 tuổi). PSA trung bình trước điều trị là 34,2 ng/ml (dao động từ 6,7 - 132,2). Về giai đoạn bệnh, chủ yếu là T2 (40,7%) và T3 (37,0%). Phần lớn bệnh nhân có điểm Gleason > 7 (63,0%), tương ứng tỷ lệ nguy cơ cao chiếm ưu thế (77,8%). Trong số này, 37,0% bệnh nhân được chỉ định xạ trị hạch chậu. Thể tích bia lâm sàng (CTV60) trung bình là 39,4 ml (9,8 - 119,6ml). Thể tích bàng quang trung bình là 198,6 ml (42,5 - 483,7ml); phần lớn (55,6%) bệnh nhân có thể tích bàng quang < 200ml.

**Bảng 2: Phân tích hồi quy các yếu tố ảnh hưởng tới chỉ tiêu lập kế hoạch xạ trị cho bàng quang V60 < 5%**

|                                  | OR   | Khoảng tin cậy 95% | p     |
|----------------------------------|------|--------------------|-------|
| Thể tích bàng quang              | 1,02 | 1,00 - 1,05        | 0,045 |
| CTV60                            | 0,97 | 0,93 - 1,01        | 0,174 |
| Phân loại nguy cơ Cao/trung bình | 0,33 | 0,01 - 8,41        | 0,499 |
| Xạ hạch chậu Có/không            | 0,30 | 0,02 - 4,11        | 0,364 |

Phân tích hồi quy cho thấy thể tích bàng quang có mối liên quan có ý nghĩa thống kê với tiêu chí lập kế hoạch xạ trị trên bàng quang (OR = 1,02; 95% CI: 1,00–1,05; p = 0,045). Các biến còn lại như CTV60, phân loại nguy cơ và chỉ định xạ hạch chậu đều không có ảnh hưởng ý nghĩa đối với tiêu chí lập kế hoạch trên bàng quang (p>0,05).



**Hình 2.** Đường cong ROC thể hiện giá trị dự báo của thể tích bàng quang đối với kết quả lập kế hoạch xạ trị

Thể tích bàng quang có khả năng dự báo kết quả lập kế hoạch xạ trị với  $AUC = 0,80$  (khoảng tin cậy 95%: 0,63 - 0,97;  $p = 0,009$ ). Tại ngưỡng thể tích bàng quang 240 ml, độ nhạy và độ đặc hiệu của việc đạt tiêu chí lập kế hoạch cho bàng quang là 62,5% và 100%. Nếu chọn ngưỡng thể tích bàng quang thấp hơn là 200ml, độ nhạy có cải thiện lên 68,8% nhưng độ đặc hiệu thấp hơn 90%.

#### IV. BÀN LUẬN

Nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu có độ tuổi trung bình cao ( $72,0 \pm 7,7$ ), phù hợp với các đặc điểm dịch tễ điển hình của bệnh lý ung thư tuyến tiền liệt. Trong đó, phần lớn thuộc nhóm nguy cơ cao (77,8%) với PSA toàn phần trước điều trị trung bình là 34,2 ng/ml, giai đoạn T2-3 chiếm 77,7% và điểm Gleason  $> 7$  chiếm 63,0%. Các bệnh nhân đều được chỉ định thuốc cắt tinh hoàn nội khoa trước xạ 3 đến 6 tháng để giảm kích thước u và giảm nồng độ PSA, nhờ đó có thể giảm tác dụng phụ trên cơ quan lành. Có 37,0% bệnh nhân được điều trị kèm xạ trị dự phòng hạch chậu, đây cũng là yếu tố có thể

làm tăng liều chiếu trên mô lành, trong đó có bàng quang.

Thể tích bàng quang là vấn đề còn khá nhiều tranh luận. Thể tích bàng quang nhỏ có thể dẫn tới tăng thể tích bị chiếu xạ trên cơ quan này. Ngược lại, bàng quang quá căng không những khiến bệnh nhân khó nằm im trong quá trình nằm điều trị mà còn khó tái lập lại được trong các buổi xạ trị<sup>6</sup>. Một số tác giả đề xuất ngưỡng thể tích bàng quang 200 - 250ml là phù hợp để đạt lợi ích hạn chế liều xạ vào bàng quang mà vẫn giúp bệnh nhân cảm thấy thoải mái khi xạ trị<sup>6, 9</sup>. Thể tích bàng quang trung bình trong nghiên cứu của chúng tôi là  $198,6 \pm 109,1$ ml, tuy nhiên có khoảng dao động khá rộng (42,5 - 483,7 ml). Điều này cho thấy việc chuẩn hóa thông số này là cần thiết. Để thực hiện tốt điều này, chúng tôi phát cho bệnh nhân tờ hướng dẫn chuẩn bị bàng quang trước khi chụp CT mô phỏng 1 tuần để làm quen. Việc hướng dẫn bệnh nhân chuẩn bị bàng quang ngay trước khi mô phỏng cũng được thực hiện chặt chẽ. Để làm đầy bàng quang, chúng tôi cho bệnh nhân đi tiểu sạch, sau đó uống 500 ml

nước trong 5-10 phút và chờ 30 phút trước khi chụp CT. Mặc dù vậy, do đặc tính từng cá thể về thói quen ăn uống, sinh hoạt và vận động, thể tích bàng quang khi mô phỏng rất khó đồng đều giữa các bệnh nhân. Một số trung tâm xạ trị được trang bị máy siêu âm cầm tay có thể dễ dàng khảo sát thể tích bàng quang, nhờ đó giúp đạt được trạng thái bàng quang tương đồng trước mô phỏng cũng như điều trị và rút ngắn thời gian chờ đợi của bệnh nhân<sup>10</sup>.

Khi phân tích hồi quy nhị phân để tìm các yếu tố có thể ảnh hưởng tới phân bố liều trên bàng quang, chúng tôi thấy thể tích bàng quang là biến ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê duy nhất đối với tiêu chí lập kế hoạch  $V60 < 5\%$  ( $OR = 1,02, p=0,045$ ). Kết quả này chỉ ra rằng khi thể tích bàng quang tăng, khả năng lập kế hoạch đạt yêu cầu cũng cao hơn. Rades và cộng sự chỉ ra thể tích bàng quang và phân loại nguy cơ cao là hai yếu tố liên quan tới tiêu chí lập kế hoạch xạ trị<sup>11</sup>. Chúng tôi không thấy mối liên quan có ý nghĩa thống kê của các yếu tố khác như CTV60, phân loại nguy cơ và xạ trị hạch chậu đối với kết quả lập kế hoạch ( $p>0,05$ ). Khoảng tin cậy rộng ở phân loại nguy cơ và xạ trị hạch chậu cho thấy khả năng do cỡ mẫu nhỏ dẫn tới chưa thấy rõ vai trò tiên lượng của các biến này.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi khi phân tích đường cong ROC cho thấy thể tích bàng quang có giá trị dự báo đối với kết quả lập kế hoạch xạ trị ( $AUC = 0,80, p=0,009$ ). Khi tính chỉ số Yuoden index (J), chúng tôi tính được ngưỡng tối ưu của thể tích bàng quang là 240 ml với độ nhạy 62,5%, độ đặc hiệu 100%. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu gần đây nhấn mạnh tầm quan trọng của việc duy trì thể tích bàng quang ổn định trong quá trình điều trị. Theo Narita và cộng sự, thể tích bàng quang trên 200ml giúp đảm bảo tiêu chí lập kế hoạch ở tất cả các nhóm nguy cơ<sup>9</sup>. Huang và cộng sự (2025) ghi nhận rằng thể tích bàng quang thấp ( $< 200\text{ml}$ ) làm tăng nguy cơ gián đoạn điều trị và biến động phân bố liều, trong khi thể tích từ 200 - 300ml giúp tối ưu sự nhất quán của kế hoạch<sup>12</sup>. Chúng tôi cũng khảo sát thêm ở ngưỡng thể tích bàng quang thấp hơn (200ml), kết quả độ nhạy có cải thiện (68,5%) nhưng độ đặc hiệu thấp hơn (90%). Trong thực hành lâm

sàng, việc lựa chọn thể tích tối ưu có ý nghĩa quan trọng. Tuy nhiên, cần lựa chọn ngưỡng thể tích bàng quang cụ thể phù hợp trên từng bệnh nhân để cân đối giữa việc đạt lợi ích kiểm soát liều và khả năng phối hợp của bệnh nhân. Như vậy, kết quả của chúng tôi củng cố thêm bằng chứng cho thấy thể tích bàng quang không chỉ là một thông số kỹ thuật trong lập kế hoạch mà còn có giá trị tiên lượng độc lập, cần được chuẩn hóa và theo dõi trước mỗi buổi xạ để đảm bảo chất lượng điều trị và hạn chế biến chứng cho bệnh nhân.

Nghiên cứu này còn tồn tại một số hạn chế cần được xem xét khi diễn giải kết quả. Thứ nhất, cỡ mẫu còn hạn chế, dẫn đến khoảng tin cậy rộng ở nhiều biến số, đặc biệt là phân loại nguy cơ và nhóm có xạ hạch chậu, làm giảm độ tin cậy trong việc khẳng định vai trò dự báo của các yếu tố này. Thứ hai, thiết kế nghiên cứu hồi cứu có thể tiềm ẩn sai số chọn mẫu. Thứ ba, thể tích bàng quang được đánh giá chủ yếu trên hình ảnh CT mô phỏng, trong khi thể tích thực tế có thể thay đổi theo từng buổi điều trị. Do vậy, cần có các nghiên cứu tiền cứu với số lượng bệnh nhân lớn hơn và kết hợp theo dõi thể tích bàng quang động trong suốt quá trình xạ trị, để xác nhận giá trị tiên lượng cũng như ứng dụng thực tiễn của các kết quả này trong lâm sàng.

## V. KẾT LUẬN

Việc đảm bảo thể tích bàng quang khi mô phỏng ở mức lớn hơn 240 ml giúp tối ưu hóa phân bố liều trên bàng quang trong xạ trị giảm phân liều ung thư tuyến tiền liệt. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp giá trị tham khảo để chuẩn hóa quy trình chuẩn bị bệnh nhân trước mô phỏng và xạ trị.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Globocan 2022 Globocan 2022. <<https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/900-world-fact-sheet.pdf?utm=>>, accessed: 28/8/2025
2. Siegel RL, Miller KD, Wagle NS et al (2023) *Cancer statistics, 2023*. CA Cancer J Clin 73(1): 17-48.
3. Hamdy FC, Donovan JL, Lane JA et al (2016) *10-Year Outcomes after Monitoring, Surgery, or*

- Radiotherapy for Localized Prostate Cancer*. N Engl J Med 375(15): 1415-1424.
4. Shaikh PM, Iv J.A.A.V., Fareed MM et al (2024) *Hypofractionated vs. Conventionally Fractionated Radiotherapy for Prostate Cancer: A Meta-Analysis of Randomized Trials*. Int J Radiat Oncol Biol Phys 120(2): 582-583.
  5. Dearnaley D, Syndikus I, Mossop H et al (2016) *Conventional versus hypofractionated high-dose intensity-modulated radiotherapy for prostate cancer: 5-year outcomes of the randomised, non-inferiority, phase 3 CHHiP trial*. Lancet Oncol 17(8): 1047-1060.
  6. Chen HH, Lin PT, Kuo LT et al (2021) *Bladder volume reproducibility after water consumption in patients with prostate cancer undergoing radiotherapy: A systematic review and meta-analysis*. Biomed J 44(6 Suppl 2): 226-234.
  7. RTOG contouring guideline in prostate cancer RTOG contouring guideline in prostate cancer. <[https://econtour.org/training/intact\\_prostate\\_module.pdf](https://econtour.org/training/intact_prostate_module.pdf)>, accessed: 04/9/2025
  8. Partin Tables. <<https://www.hopkinsmedicine.org/brady-urology-institute/conditions-and-treatments/prostate-cancer/risk-assessment-tools/partin-tables>>, accessed: 04/09/2025.
  9. Narita Y, Kato T, Ishikawa Y et al (2023) *Optimal Bladder Volume for Hypofractionated Proton Therapy in Each Localized Prostate Cancer Risk Group*. Cureus 15(11): 48723.
  10. Bodusz D, Brajczewska-Bello J, Rutkowski T et al (2024) *The Role of Ultrasound-Based Monitoring of Bladder Volume in Patients with Prostate Cancer during CyberKnife Stereotactic Radiosurgery*. Appl Sci 14(19): 9091.
  11. Rades D, Cremers F, Ziemann C et al (2024) *Changes in Bladder Volume During Radiotherapy for Prostate Cancer*. Anticancer Res 44(10): 4457-4463.
  12. Huang S, Li T, Guo Y et al (2025) *Impact of bladder volume and bladder shape on radiotherapy consistency and treatment interruption in prostate cancer patients*. J Appl Clin Med Phys 26(4): e70026.