

Áp dụng tiêu chuẩn AAPM TG119 để đánh giá kế hoạch xạ trị JO-IMRT trên hệ thống phần mềm lập kế hoạch Prowess Panther

Lương Thị Oanh¹, Dương Thanh Tài^{2,*}, Trương Thị Hồng Loan^{3,4}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Xạ trị điều biến cường độ (IMRT) là một trong những kỹ thuật xạ trị hiện đại trong điều trị ung thư. Kỹ thuật IMRT cấp liều cao hơn đến những mục tiêu quan trọng và giảm liều tối thiểu cho các cơ quan lành xung quanh. Kỹ thuật IMRT phức tạp hơn so với các kỹ thuật xạ trị 3D-CRT và có khả năng xảy ra sai sót trong phân bố liều. Hiệp hội Vật lý Y khoa Hoa Kỳ (AAPM) đã công bố một bộ tiêu chuẩn TG119 gồm các thử nghiệm và quá trình đảm bảo chất lượng (QA) để xác định khả năng thực hiện kế hoạch IMRT của hệ thống phần mềm lập kế hoạch (TPS). Mục đích của nghiên cứu này là tìm hiểu và áp dụng TG119 để đánh giá khả năng thực thi kế hoạch xạ trị điều biến cường độ sử dụng các ngăn chuyển động độc lập (JO-IMRT) trên Prowess Panther TPS tại Bệnh viện Đa Khoa Đồng Nai. Bốn trường hợp thử nghiệm của TG119 được thực hiện trên hệ Prowess Panther TPS được so sánh với kết quả của một số báo cáo khác như TG119, nhóm tác giả Nithya và Mynampati. Kết quả cho thấy ở trường hợp mô hình tuyến tiền liệt đạt 100% các yêu cầu về liều do TG119 quy định, các kế hoạch còn lại là phù hợp và đáp ứng được các điều kiện yêu cầu trong quy định TG119. Từ những kết quả này, chúng tôi kết luận Prowess Panther là một phần mềm tốt cho kỹ thuật xạ trị điều biến cường độ IMRT ở những trường hợp có độ phức tạp tương đối.

Từ khoá: xạ trị điều biến cường độ, AAPM TG119, QA

¹Khoa Kỹ thuật phóng xạ, Bệnh viện Ung bướu TP HCM, Việt Nam

²Bộ môn Điện Tử Công Nghiệp - Y Sinh, Khoa Điện - Điện Tử, Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP HCM, Việt Nam

³Khoa Vật lý – Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

⁴Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Dương Thanh Tài, Bộ môn Điện Tử Công Nghiệp - Y Sinh, Khoa Điện - Điện Tử, Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP HCM, Việt Nam

Email: taidt@hcmute.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 08-12-2020
- Ngày chấp nhận: 06-5-2021
- Ngày đăng: 07-5-2021

DOI: 10.32508/stdjns.v5i2.979



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Xạ trị điều biến cường độ (IMRT, Intensity-Modulated Radiation Therapy) là một trong những kỹ thuật xạ trị hiện đại trong điều trị ung thư đã và đang được ứng dụng rộng rãi ở các quốc gia trên thế giới. Kỹ thuật IMRT cấp liều cao hơn đến những mục tiêu quan trọng và giảm liều tối thiểu đảm bảo trong giới hạn mà các cơ quan lành xung quanh có thể chịu đựng được, kỹ thuật này phức tạp hơn so với các kỹ thuật thông thường và có khả năng xảy ra sai sót trong phân bố liều¹⁻⁴. Do đó, kiểm tra chất lượng (Quality Assurance, QA) cho hệ thống lập kế hoạch cũng như phân bố liều cần phải được thực hiện trước khi áp dụng điều trị trên bệnh nhân. QA kế hoạch điều trị IMRT là một trong những bước quan trọng, đòi hỏi nhiều kỹ thuật, kinh nghiệm cũng như trang thiết bị và cũng là một bước không thể thiếu trong quá trình điều trị. Theo các tiêu chuẩn quốc tế AAPM (American Association of Physicists in Medicine), (International Atomic Energy Agency)⁵, ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements), tất cả các kế hoạch IMRT cần phải được kiểm tra chất lượng kỹ lưỡng trước khi tiến hành xạ trị cho bệnh nhân để đảm bảo rằng bệnh nhân sẽ nhận được đúng liều bác sĩ đã chỉ định cũng như tránh ảnh hưởng đến sức khỏe sau khi điều

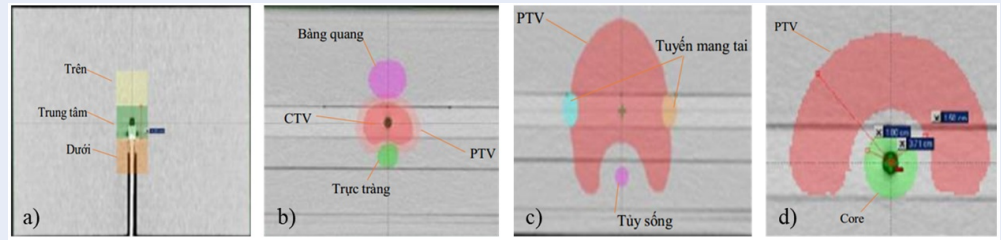
trị^{1,6,7}. Hiện nay có các phương pháp như kỹ thuật QA liều điểm (đầu dò đặt trong phantom lồng hoặc rắn, liều kế nhiệt phát quang – TLD,...), QA đường phân bố liều theo không gian hai chiều (QA-2D) sử dụng phim đo liều, mảng đầu dò (buồng ion hóa, đầu dò bán dẫn)^{8,9}... Trong đó AAPM đã công bố một bộ tiêu chuẩn TG119 bao gồm các thử nghiệm và quá trình QA với mục đích xác định khả năng thực hiện kỹ thuật IMRT của hệ thống lập kế hoạch và kiểm tra độ chính xác của hệ thống điều trị. Mục đích của nghiên cứu này là áp dụng tiêu chuẩn AAPM TG119 để đánh giá TPS Prowess Panther cho kế hoạch điều trị JO-IMRT. Ở Việt Nam, kỹ thuật JO-IMRT bắt đầu được nghiên cứu và ứng dụng tại một số cơ sở điều trị từ năm 2008 đến nay như Bệnh viện K, Bệnh viện Bạch Mai, Bệnh viện Đồng Nai...¹⁰⁻¹²

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

AAPM TG 119

Để kiểm tra độ chính xác của kế hoạch xạ trị IMRT cũng như hệ thống phát tia. AAPM đã đưa ra TG119 gồm 4 bộ hình ảnh chụp cắt lớp vi tính (CT) với các cấu trúc có tên gọi: Mô hình nhiều mục tiêu (Multi-Target), mô hình tuyến tiền liệt (Mock Prostate), mô hình đầu/cổ (Mock Head/Neck) và hình chữ C (C-Shape) (Hình 1).

Trích dẫn bài báo này: Oanh L T, Tài D T, Loan T T H. **Áp dụng tiêu chuẩn AAPM TG119 để đánh giá kế hoạch xạ trị JO-IMRT trên hệ thống phần mềm lập kế hoạch Prowess Panther.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(3):1239-1244.



Hình 1: Hình ảnh cấu trúc các trường hợp thử nghiệm a) Mô hình nhiều mục tiêu, b) Mô hình tuyến tiền liệt, c) Mô hình đầu/cổ và d) Hình chữ C trong TG119.

Bộ hình ảnh CT và các cấu trúc cho từng cơ quan được tải về từ địa chỉ web của AAPM (www.aapm.org), được đưa vào hệ thống phần mềm lập kế hoạch để tiến hành lập kế hoạch IMRT⁷. Mỗi thử nghiệm bao gồm chi tiết về liều chỉ định cho các mục tiêu cũng như các cơ quan lành xung quanh, sắp xếp các trường chiếu khác nhau và hướng dẫn thực hiện các phép đo để kiểm tra tính chính xác của phân bố liều, cách phân tích dữ liệu và báo cáo kết quả thu được.

Thiết lập kế hoạch

Các kế hoạch theo chỉ dẫn của TG119 được thực hiện ở mức năng lượng photon 6 MV với lưới tính toán là 2 mm và số trường chiếu trong một kế hoạch từ 7 đến 9 trường tùy thuộc vào mỗi trường hợp. Tổng liều chỉ định phụ thuộc vào từng trường hợp cụ thể nhưng phân liều dao động từ 180–200 cGy. Các kế hoạch nên được thực hiện với những tham số IMRT điển hình được sử dụng phổ biến trong lâm sàng như mức năng lượng, bề rộng trường chiếu tối thiểu, số MU tối thiểu trên một phân đoạn,...

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả áp dụng TG119 trên Prowess Panther TPS. Kết quả quá trình lập kế hoạch cũng như tính toán sai số được so sánh với kết quả của một số báo cáo khác của TG119^{6,13} cùng cộng sự và báo cáo của nhóm tác giả Nithya cùng cộng sự¹⁴ trong từng trường hợp tương ứng. Kết quả liều lượng và giới hạn liều tới các cấu trúc trong các mô hình được trình bày trong Bảng ???. Hình 2 biểu diễn các sai số lập kế hoạch của các trường hợp so với mục tiêu liều lượng được đưa ra trong TG119.

T trường hợp nhiều mục tiêu (MultiTarget)

Trường hợp nhiều mục tiêu, phần mềm lập kế hoạch cho ra kết quả đạt tất cả các yêu cầu về liều lượng nêu trong TG119 ngoại trừ liều D99 tại mục tiêu trung tâm. Mặc dù yêu cầu cho D99 là tối thiểu 5000 cGy nhưng kết quả chỉ đạt 4671 cGy (độ lệch khoảng

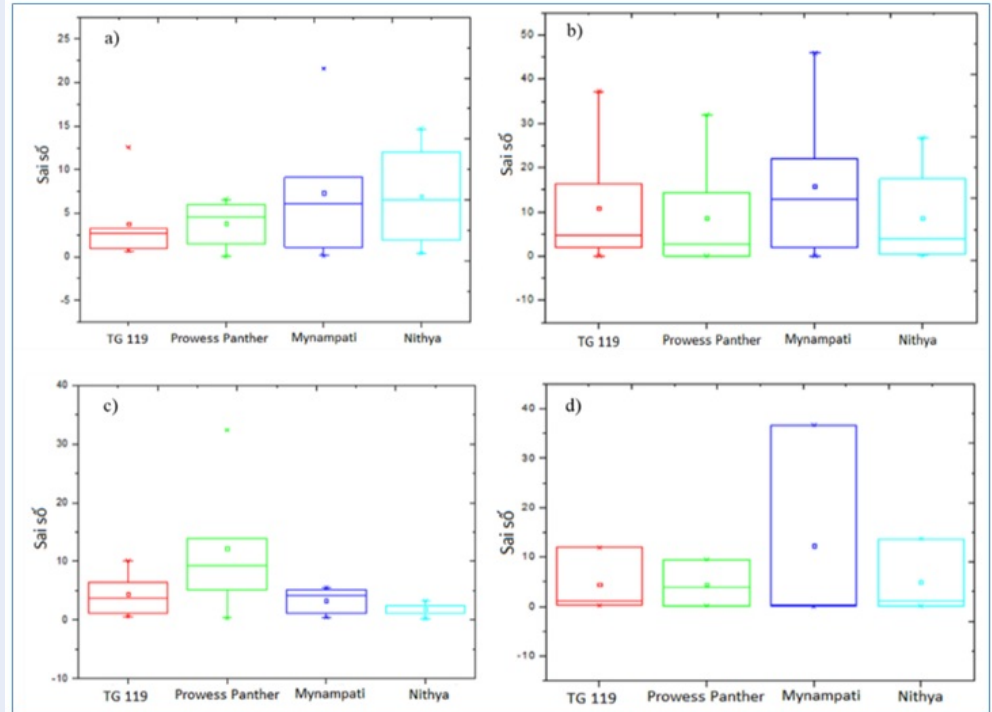
6,58%). Tuy nhiên các kết quả lập kế hoạch trong TG119 (4955 cGy) và Nithya cùng các cộng sự (4904 cGy) cũng không đạt yêu cầu này. Sai số trung bình (Hình 2a) trong kết quả lập kế hoạch của nghiên cứu gần như xấp xỉ với báo cáo TG119 (sai số 3,8%). Trong khi đó kết quả báo cáo của hai tác giả: Mynampati và Nithya có sai số rất lớn (7,4% và 7,0%).

Trường hợp mô hình tuyến tiền liệt (Mock Prostate)

Đối với trường hợp mô hình tuyến tiền liệt, Prowess Panther TPS cho ra kết quả đạt tất cả các yêu cầu về liều lượng nêu trong TG119. Sai số trung bình (Hình 2b) trong lập kế hoạch của nghiên cứu (8,6%) nhỏ hơn của TG119 (10,8%) và hai báo cáo còn lại (Mynampati sai số 15,9% - Nithya sai số 8,7%). Kết quả lập kế hoạch trong trường hợp này đạt 100% yêu cầu về liều lượng để cập trong TG119.

Trường hợp mô hình đầu/cổ (Mock Head/Neck)

Đối với trường hợp mô hình đầu/cổ, Prowess Panther TPS cho ra kết quả chỉ đạt 4/6 yêu cầu về liều lượng trong TG119. Hai yêu cầu liều ở PTV là liều D90 (4535 cGy – độ lệch 9,3%) và liều D99 (3146 cGy – độ lệch 32,3%) không thỏa điều kiện $D90 > 5000$ cGy và $D99 > 4650$ cGy. Tuy nhiên liều tại tuyến mang tai trên phần mềm (1720,65 cGy) thấp hơn so với TG119 (1798 cGy), Mynampati (1890 cGy) và Nithya (1935,5 cGy), đồng thời liều tối đa tại tủy sống trên phần mềm cũng thấp hơn so với báo cáo của Mynampati và Nithya. Sai số trung bình (Hình 2c) trong kết quả lập kế hoạch của nghiên cứu (12,2%) cao hơn nhiều so với báo cáo Mynampati (3,3%) và Nithya (1,9%). Nguyên nhân có thể là do kết quả lập kế hoạch chỉ đạt xấp xỉ 67% các yêu cầu về liều lượng để cập trong TG119.



Hình 2: Sai số lập kế hoạch trong các trường hợp: a) Mô hình nhiều mục tiêu; b) mô hình tuyến tiến liệt; c) Mô hình đầu/cổ; d) Hình chữ C

Trường hợp hình chữ C (C-Shape) cấp độ dễ

Chúng tôi không thực hiện lập kế hoạch cho trường hợp hình chữ C cấp độ khó trên Prowess Panther -TPS vì lý do những yêu cầu về liều đặt ra ở trường hợp này quá khắt khe, khó đạt được kết quả mong đợi. Điều này cũng được thực hiện trong các nghiên cứu của Mynampati cùng cộng sự và Nithya cùng cộng sự. Yêu cầu liều lượng cho lập kế hoạch ở cấp độ này là chưa thể đạt được và vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu thử nghiệm. Đối với trường hợp hình chữ C cấp độ dễ, phần mềm lập kế hoạch cho ra kết quả đạt 2/3 các yêu cầu về liều lượng nêu trong TG119. Liều D95 ở PTV (4528 cGy – độ lệch 9,44%) trên Prowess Panther -TPS không thỏa điều kiện $D95 > 5000$ cGy. Tuy nhiên liều D10 ở PTV trên phần mềm Prowess Panther (5282,6 cGy) lại thấp hơn nhiều so với kết quả trong TG119 (5440 cGy) và hai báo cáo còn lại (Mynampati – 5482 cGy; Nithya – 5436 cGy). Liều D5 ở Core (2498,2 cGy) hơi lớn nhưng vẫn ở trong giới hạn cho phép. Sai số trung bình (Hình 2d) trong kết quả lập kế hoạch của nghiên cứu xấp xỉ với TG119 (4,4%) và đồng thời nhỏ hơn báo cáo của Nithya (5%) và Mynampati (12,3%).

KẾT LUẬN

Chúng tôi đã sử dụng các trường hợp thử nghiệm của TG119 để khảo sát khả năng lập kế hoạch cho kỹ thuật IMRT của phần mềm lập kế hoạch Prowess Panther. Kết quả cho thấy, trường hợp mô hình tuyến tiến liệt đạt 100% các yêu cầu về liều do TG119 quy định, các trường hợp nhiều mục tiêu, đầu cổ, hình chữ C chưa đạt hết các tiêu chí TG119 quy định.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

- AAPM: American Association of Physicists in Medicine
- IAEA: International Atomic Energy Agency
- ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements
- QA: Quality Assurance
- IMRT: Intensity-Modulated Radiation Therapy
- TPS: Treatment Planning System
- TLD: Thermoluminescent Dosimeter
- CT: Computed Tomography
- PTV: Planning Target Volume

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả cam đoan không có xung đột lợi ích trong việc công bố bài báo này.

Bảng 1: Kết quả lập kế hoạch các trường hợp thử nghiệm của nghiên cứu so với mục tiêu liều lượng đưa ra bởi TG 119 và các tác giả Nithya và Mynampati

Cấu trúc	Thông số	Mục tiêu (cGy)	Prowess Panther (cGy)	Kết quả nghiên cứu của Nithya và cộng sự (cGy)	Kết quả nghiên cứu của Mynampati và cộng sự (cGy)
Mô hình nhiều mục tiêu					
Trung tâm	D99	> 5000	4671	4904	5007
	D10	< 5300	5299	5450	5358
Trên	D99	> 2500	2618	2509	2621
	D10	< 3500	3449	3146	3243
Dưới	D99	> 1250	1324	1400	1364
	D10	< 2500	2393	2133	1960
Mô hình tuyến tiền liệt					
PTV	D95	> 7560	7563	7571	7567
	D5	< 8300	8293	8261	8146
Trực tràng	D30	< 7000	6662	5777	5455
	D10	< 7500	7466	7401	7140
Bàng quang	D30	< 7000	4771	5136	3785
	D10	< 7500	6421	7025	5944
Mô hình đầu mặt cổ					
PTV	D90	> 5000	4535	5058	5057
	D99	> 4650	3146	4658	4670
	D20	< 5500	5483	5369	5216
Tùy sống	Dmax	< 4000	3797	3901	3834
Tuyến mang tai	D50	< 2000	1721	1935.5	1890
Hình chữ C					
PTV	D95	> 5000	4528	5005	5000
	D10	< 5500	5283	5436	5482
Core	D5	< 2500	2498	2159	1585

ĐÓNG GÓP TÁC GIẢ

Tác giả Lương Thị Oanh: là tác giả chính thực hiện việc tính toán, mô phỏng và lấy kết quả.

Tác giả Dương Thanh Tài: viết bản thảo và biện luận các kết quả nghiên cứu và liên hệ gửi bản thảo.

Tác giả Trương Thị Hồng Loan: tham gia hướng dẫn, chỉnh sửa bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) Prescribing, Recording, and Reporting Photon-beam Intensity-modulated Radiation Therapy (IMRT), Journal of the ICRU Report. 2010;10(1):83. Available from: <https://doi.org/10.1093/jicru/ndq002>.
2. Tai DT, Son ND, Loan TTH, and Trang HT, Initial experiences of applying the jaws-only IMRT technique in Dong Nai general hospital, Vietnam, Proceedings of International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam. 2017; 69:335-9; Available from: https://doi.org/10.1007/978-981-10-4361-1_56.
3. Leal A, Sánchez DF, Arráns R, Roselló J, Pavón EC, and Lagares JI. Routine IMRT verification by means of an automated Monte Carlo simulation system, International Journal of Radiation

- Oncology, Biology, Physics, 2003, 56(1):58-68; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0360-3016\(03\)00067-1](https://doi.org/10.1016/S0360-3016(03)00067-1).
4. Bortfeld T. IMRT: a review and preview, *Physics in Medicine & Biology*. 2006; 51(13):363-79; PMID: 16790913. Available from: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R21>.
 5. Agency IAEA. Commissioning and quality assurance of computerized planning systems for radiation treatment of cancer, International Atomic Energy Agency (IAEA), Technical Reports Series. 2004;(430).
 6. Ezzell GA, Burmeister JW, Dogan N, LoSasso TJ, Mechalakos JG, Mihailidis D, Molineu A, Palta JA, and Ramsey CR. IMRT commissioning: multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119, *Medical Physics*. 2009; 36(11):5359-73; PMID: 19994544. Available from: <https://doi.org/10.1118/1.3238104>.
 7. Almond PR, Biggs PJ, Coursey BM, Hanson WF, Huq MS, Nath R, and Rogers DWO. AAPM's TG-51 protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams, *Medical physics*. 1999; 26(9):1847-70; PMID: 10505874. Available from: <https://doi.org/10.1118/1.598691>.
 8. Tai DT, Son ND, Loan TTH, and Anson HPW. Quality assurance of the jaws only-intensity modulated radiation therapy plans for head-and-neck cancer, *Physica Medica*. 2017; 38:148-52; PMID: 28571708. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2017.05.059>.
 9. Tai DT, Oanh LT, Son ND, and Loan TTH. Evaluation of jaws-only intensity modulated radiation therapy treatment plans using Octavius 4D system, *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*. 2018, 24(2):75-8; Available from: <https://doi.org/10.2478/pjmpe-2018-0010>.
 10. Tai DT, Son ND, Loan TTH and Trang NTH. So sánh đánh giá phân bố liều trong kỹ thuật lập kế hoạch JO-IMRT và 3D-CRT cho bệnh nhân ung thư vòm với hệ máy gia tốc không có ống chuẩn trực đa lá tại bệnh viện Đa khoa Đồng Nai, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*. 2017; 20(4):79-87;.
 11. Tai DT, Oanh LT, Son ND, Loan TTH, and Chow JC. Dosimetric and Monte Carlo verification of jaws-only IMRT plans calculated by the collapsed cone convolution algorithm for head and neck cancers, *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*. 2019, 24(1):105-14; PMID: 30532658. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2018.11.004>.
 12. Oanh LT, Lương DT, Tài DT, Phương pháp tính liều tuyệt đối trong mô phỏng Monte Carlo, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*. 2018; 2(5):90-96;.
 13. Mynampati DK, Yaparpalvi R, Hong L, Kuo HC, and Mah D. Application of AAPM TG 119 to volumetric arc therapy (VMAT). 2012; 13(5):108-116; PMID: 22955639. Available from: <https://doi.org/10.1120/jacmp.v13i5.3382>.
 14. Nithya L, Raj NAN, Rathinamuthu S, and Pandey MB. Analyzing the performance of the planning system by use of AAPM TG 119 test cases, *Radiological Physics and Technology*. 2016; 9(1):22-29; PMID: 26141766. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12194-015-0328-z>.

Application of AAPM TG119 to evaluate the Intensity-Modulated radiotherapy (JO-IMRT) plan on the Prowess Panther treatment planning system

Luong Thi Oanh¹, Duong Thanh Tai^{2,*}, Truong Thi Hong Loan^{3,4}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Department of Radiation Oncology, Ho Chi Minh City Oncology Hospital, HCMC, Vietnam

²Faculty of Electrical and Electronic Engineering, HCMC University of Technology and Education, HCMC, Vietnam;

³Faculty of Physics & Engineering Physics, University of Science

⁴Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam.

Correspondence

Duong Thanh Tai, Faculty of Electrical and Electronic Engineering, HCMC University of Technology and Education, HCMC, Vietnam;

Email: taidt@hcmute.edu.vn

History

- Received: 08-12-2020
- Accepted: 06-5-2021
- Published: 07-5-2021

DOI : 10.32508/stdjns.v5i2.979



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

Intensity-modulated radiation therapy (IMRT), one of the modern radiotherapy techniques, is one of the most common treatments for cancer. IMRT technique can deliver higher doses to tumor and reduces the minimum dose to normal tissue. Because IMRT technique is more complex than the 3D-CRT techniques, IMRT is potential to underdose the tumor and overdose the nearby critical structures. The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) published the TG119 report, including tests and the quality assurance QA process with the aim of to assessing the overall accuracy of planning and delivery of IMRT treatments. The purpose of this research was to study and apply TG119 to evaluate the Prowess Panther planning (TPS) system for JO-IMRT plan at Dong Nai General Hospital with 4 test cases of TG119. Four test cases of TG119 were carried out on the Prowess Panther planning (TPS) system the obtained results were compared to those results of other authors. The results showed that only the prostate plan met 100% of the dose requirements prescribed by TG119, the other plans were relatively appropriate and still met most of the requirements of TG119. From these results, we concluded that Prowess Panther was a good for JO-IMRT.

Key words: Intensity-modulated radiotherapy, AAPM TG119, QA

Cite this article : Oanh L T, Tai D T, Loan T T H. Application of AAPM TG119 to evaluate the Intensity-Modulated radiotherapy (JO-IMRT) plan on the Prowess Panther treatment planning system. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(2):1239-1244.