

**ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ KIỂM TRA LIỀU LƯỢNG HÀNG NGÀY
CỦA MÁY XẠ TRỊ GIA TỐC PRECISE ELEKTA
TẠI BỆNH VIỆN UNG BƯỚU THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Nhóm tác giả:

Ngô Trung Nghĩa

Kỹ sư Phó Trưởng Khoa Kỹ thuật Phóng Xạ

Bệnh viện Ung bướu thành phố Hồ Chí Minh

Điện thoại: 0918218404

Email: ngtrngh@gmail.com

Nguyễn Khắc Sơn

Kỹ sư Kỹ thuật hạt nhân

Công ty TNHH Thương Mại Đầu tư Vinh Khang

Điện thoại: 0975090648

Email: nguyenkhacson200497@gmail.com

Tóm tắt:

Mục tiêu: Đánh giá kết quả kiểm tra liều lượng hàng ngày của máy xạ trị gia tốc Precise Elekta, từ đó đưa ra những kết luận về sự ổn định liều lượng của máy xạ trị gia tốc Precise Elekta.

Đối tượng, phương pháp: Thực hiện đo liều trên máy xạ trị gia tốc Precise Elekta sử dụng thiết bị Daily QA3 dựa trên các báo cáo TRS-398 [1], TG-142 [2, p. 4199] và hướng dẫn sử dụng thiết bị của Sun Nuclear[3].

Kết quả: Trong nghiên cứu này, kết quả đo liều hàng ngày thu được trong 331 ngày (18 tháng), từ 02/01/2018 đến ngày 30/06/2019. Nhìn chung, các mức năng lượng của máy xạ trị gia tốc Precise Elekta đem lại chất lượng về liều tốt, số ngày vượt giới hạn chiếm tỉ lệ rất thấp. Những mức năng lượng thường dùng như 6MV và 9MeV luôn có độ ổn định, độ chính xác cao và không có ngày nào vượt giới hạn.

Kết luận: Máy xạ trị gia tốc Precise Elekta tại bệnh viện Ung Bướu Thành phố Hồ Chí Minh được đánh giá cao về mặt liều lượng, các thiết bị đo liều hoạt động tốt, được vận hành bởi đội ngũ kỹ sư có trình độ cao, luôn đem lại hiệu quả tốt nhất cho bệnh nhân xạ trị ung thư.

Abstract:

DAILY DOSE TEST RESULT EVALUATION OF THE PRECISE ELEKTA ACCELERATORS AT HO CHI MINH CITY ONCOLOGY HOSPITAL

Target: Evaluation of daily dose test results of the Precise Elekta accelerators, there by make conclusions about the dose stability of Precise Elekta accelerators.

Subjects, methods: Perform dose measurement on Precise Elekta accelerators using Daily QA3 device based TRS-398[1], TG-142[2] reports and reference guide of Sun Nuclear Corporation.

Results: In this study, results of daily dose measurement were obtained for 331 days (18 months), from January 2, 2018 to June 30, 2019. In general, the energy levels of the Presice Elekta accelerators bring good dose quality, the number of days exceeding the limit is very low. Common energy levels such as 6MV and 9MeV are always highly stable, highly accurate, and will never exceed the limit.

Conclusions: The Presice Eleckta accelerators at Ho Chi Minh City Oncology Hospital is highly appreciated in terms of dose, the dose measuring device works well, is operated by a team of highly qualified engineers, always bringing the best results for radiationtherapy patients.

Nội dung chính:

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, ung thư là một căn bệnh cực kỳ nguy hiểm. Theo tổ chức Ung thư Mỹ công bố vào năm 2018 thì có khoảng 9,5 triệu người chết vì ung thư. Ngoài ra có 17 triệu người mang căn bệnh ung thư trên toàn thế giới. Tại Việt Nam, theo nghiên cứu của Giáo sư Nguyễn Bá Đức thì ung thư vẫn là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong. Mỗi năm có khoảng 150 000 người mắc bệnh ung thư mới và khoảng 75 000 người tử vong.

Các phương pháp điều trị ung thư thường dùng là phẫu thuật, hóa trị, xạ trị,... hoặc kết hợp ít nhất 2 phương pháp trên với nhau. Trong xạ trị, tế bào ung thư bị tiêu diệt bởi các chùm bức xạ mang năng lượng cao như chùm photon hay electron. Để tạo ra các chùm tia này, máy gia tốc tuyến tính được sử dụng rất phổ biến. Một trong số những máy gia tốc tuyến tính thông dụng nhất tại Việt Nam là máy gia tốc Precise Elekta.

Để việc điều trị đạt hiệu quả cao thì liều điều trị cho bệnh nhân phát ra từ máy xạ trị gia tốc phải được đảm bảo đúng với liều được tính trong kế hoạch điều trị. Dựa trên một số nghiên cứu[4-5] từ xác suất kiểm soát khối u (TCP) và xác suất biến chứng mô lành (NTCP) đã kết luận rằng sự sai lệch về liều từ 7% đến 10% có thể dẫn đến hiệu ứng lâm sàng trên các khối u và mô lành[6]. Theo khuyến cáo của Hiệp hội Vật lý Y khoa Hoa Kỳ (AAPM) ngưỡng sai lệch giới hạn là 3%[2]. Do đó, việc đo liều cho máy xạ trị gia tốc là một quy trình quan trọng mà các kỹ sư vật lý y khoa luôn phải thực hiện đều đặn mỗi ngày, hay khi máy gặp sự cố phải sửa chữa thì mới có thể sử dụng máy điều trị cho bệnh nhân.

Nghiên cứu này sẽ tìm hiểu về quy trình đo đặc liều lượng hằng ngày cho máy gia tốc Precise Elekta tại Bệnh viện Ung bướu Thành phố Hồ Chí Minh. Trên cơ sở đó, nghiên

cứu sẽ tiến hành đánh giá kết quả việc kiểm tra liều lượng hàng ngày của máy xạ trị gia tốc Precise Elekta.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng của nghiên cứu này là liều lượng hàng ngày đối với chùm photon và electron của máy xạ trị gia tốc Precise Elekta tại Bệnh viện Ung bướu Thành phố Hồ Chí Minh.



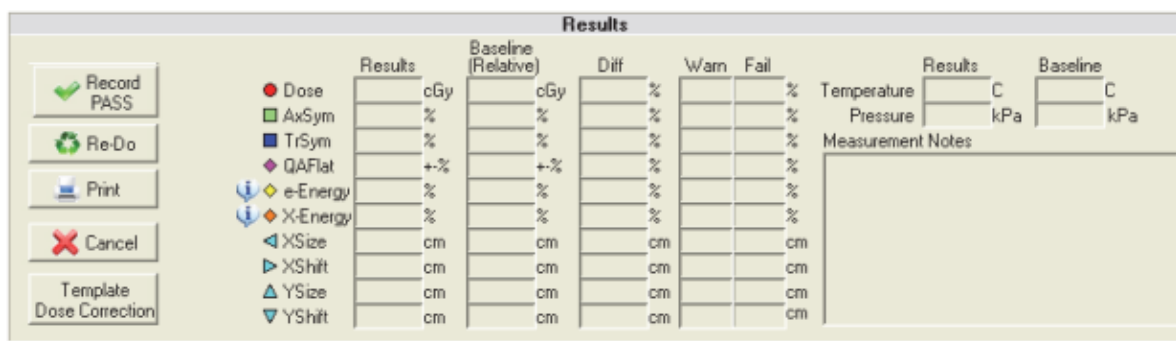
Hình 1. Máy xạ trị gia tốc Precise Elekta

Trong nghiên cứu này, kết quả đo liều hàng ngày thu được trong 331 ngày (18 tháng), từ 02/01/2018 đến ngày 30/06/2019.

Thiết bị đo liều được sử dụng là Daily QA3. Daily QA3 là một thiết bị kiểm soát thông số đầu ra máy gia tốc của hãng Sun Nuclear. Nó có cấu tạo nhỏ gọn, không chỉ kiểm tra về liều lượng, Daily QA3 còn có thể kiểm tra năng lượng, độ phẳng, độ đối xứng, độ ổn định trường bức xạ. Không những vậy, Daily QA3 cũng có thể kiểm tra cơ khí đơn giản như kích thước trường chiếu, laser, thước chỉ thị khoảng cách quang học,... Với khả năng kiểm tra được nhiều tiêu chí nhưng lại chỉ có cấu tạo nhỏ gọn đã tạo được khá nhiều thuận lợi cho kỹ sư vật lý y khoa trong việc kiểm tra máy gia tốc.



Hình 2. Thiết bị Daily QA3



Hình 3. Các thông số được hiển thị khi đo liều với Daily QA3

Về mặt liều lượng, Daily QA3 hoạt động theo nguyên tắc thu nhận tín hiệu điện tích. Vì vậy để bắt đầu làm việc với Daily QA3 chúng ta cần phải hiệu chuẩn thiết bị (theo hướng dẫn của Sun Nuclear) để nó có thể chuyển đổi từ tín hiệu điện tích sang liều lượng. Để thực hiện việc hiệu chuẩn này cần có bộ dữ liệu được thu thập từ việc đo liều hấp thụ trong nước theo chuẩn TRS-398[1] của IAEA.

Sau khi hoàn thành việc hiệu chuẩn, tiến hành tạo dữ liệu cơ sở (theo hướng dẫn của Sun Nuclear[3]). Dữ liệu cơ sở được tạo ra từ lần đo đầu tiên. Dữ liệu cơ sở sẽ được sử dụng để so sánh kết quả với những lần đo tiếp theo để đưa ra độ sai lệch. Chính vì vậy, khi thiết lập dữ liệu cơ sở phải đảm bảo sự chính xác nhất có thể.

Ngưỡng liều:

- Ngưỡng liều tiêu chuẩn: Một số tiêu chuẩn đảm bảo chất lượng hàng ngày theo TG-142[2] được cho trong bảng sau:

Bảng 1. Tiêu chuẩn đảm bảo chất lượng hàng ngày

Các công việc cần kiểm tra	Tình trạng và sai số			
	3D-CRT	IMRT	SRS/SBRT	
Liều lượng				
Liều lượng chùm photon hay electron	3%	3%	3%	
Laser	2mm	1.5mm	1mm	
Cơ khí				
	Thước chỉ thị khoảng cách quang học (ODI)	2mm	2mm	2mm
Kích thước trường chiếu ánh sáng (10cm x 10cm)	2mm	2mm	1mm	
An toàn				
	Hệ thống chỉ thị phát tia	Hoạt động	Hoạt động	Hoạt động
	Hệ thống theo dõi bệnh nhân	Hoạt động	Hoạt động	Hoạt động
	Hệ thống khóa của liên động	Hoạt động	Hoạt động	Hoạt động
	Màn hình theo dõi phóng xạ	Hoạt động	Hoạt động	Hoạt động
Nút điều khiển sự chuyển động	Hoạt động	Hoạt động	Hoạt động	
Khóa liên động lập thể			Hoạt động	

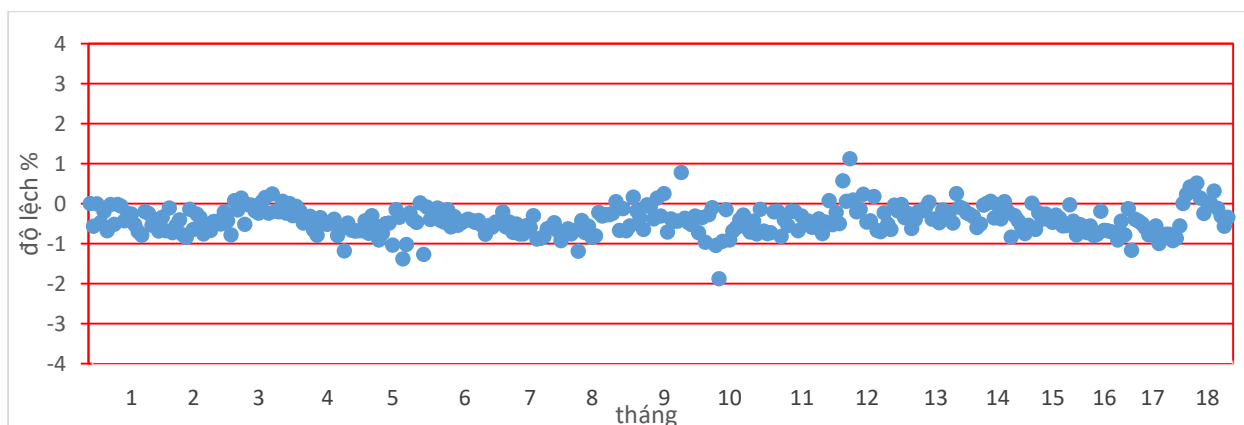
- Xử lý liều vượt ngưỡng:
 - + Đối với những mức năng lượng có liều hấp thụ đo được hàng ngày lân cận dưới mức sai số quy định, thì mức năng lượng đó sẽ được chỉnh thô trên máy gia tốc hay vẫn tiếp tục được xạ cho bệnh nhân và cuối tuần sẽ phải chỉnh tinh theo chuẩn TRS-398.
 - + Đối với những mức năng lượng có liều hấp thụ đo được hàng ngày vượt quá mức sai số quy định, thì mức năng lượng đó không được phép tiến hành điều trị trên bệnh nhân cho đến khi liều được hiệu chỉnh lại về mức sai lệch nằm trong khoảng cho phép. Khi đó các kỹ sư vật lý y khoa sẽ tiến hành quy trình kiểm tra và chỉnh tinh lại liều lượng theo chuẩn TRS-398.

Phép đo được thực hiện vào mỗi sáng trước khi máy được đưa vào xạ trị cho bệnh nhân. Kết nối thiết bị và thực hiện phép đo theo hướng dẫn của Sun Nuclear[3].

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Mức năng lượng 6 MV

Phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng được thể hiện qua hình 4:

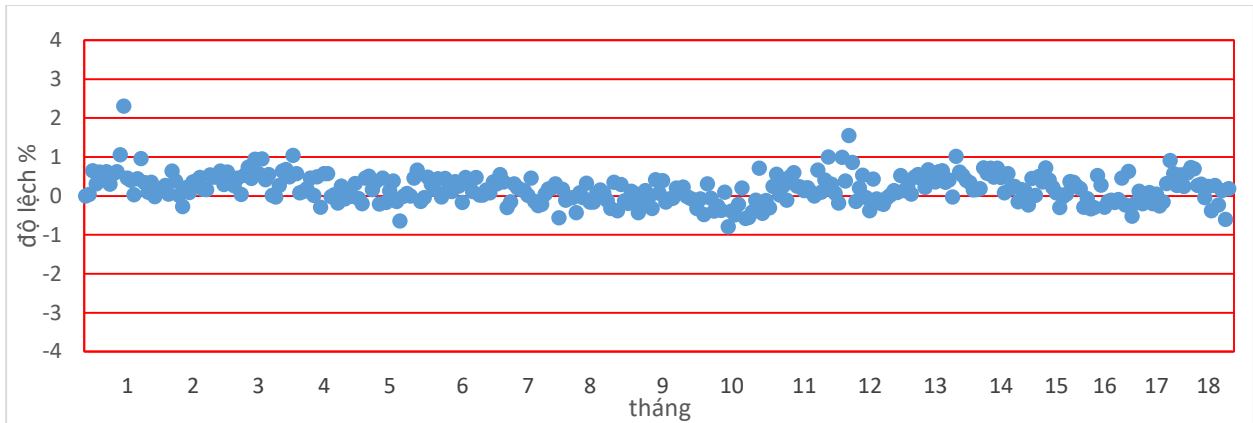


Hình 4. Biểu đồ phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng mức năng lượng 6 MV

Độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -1% đến 0%. Ở tháng thứ 18, độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -0,5% đến 0,5%. Không có ngày nào vượt quá giới hạn. Sai lệch lớn nhất cũng chỉ đạt -1,88% xuất hiện trong tháng thứ 10.

3.2. Mức năng lượng 6 MeV

Phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng được thể hiện qua hình 5:

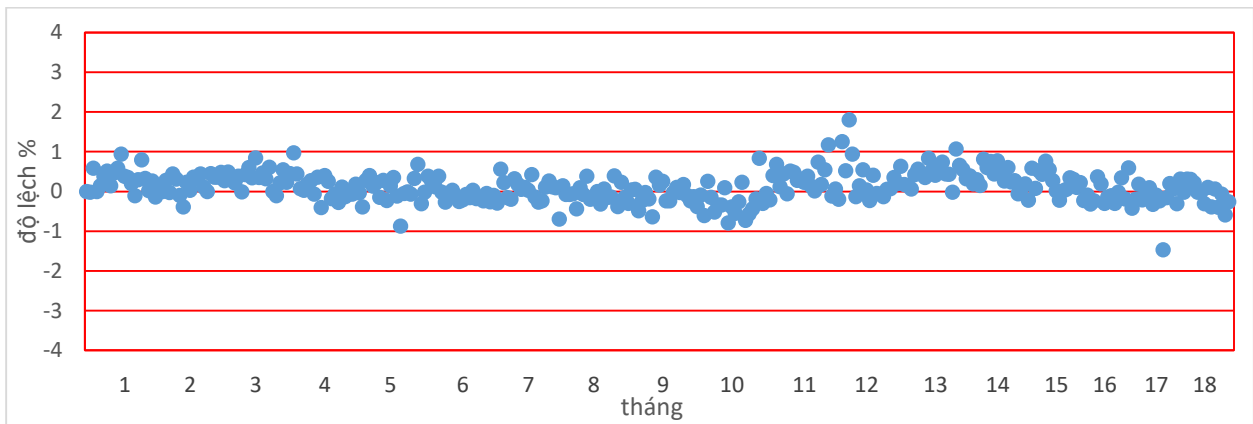


Hình 5. Biểu đồ phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng mức năng lượng 6 MeV

Độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -1% đến 1%, dao động quanh mức 0%. Từ tháng thứ 6 đến tháng thứ 9, độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -0,5% đến 0,5%. Không có ngày nào vượt quá giới hạn. Sai lệch lớn nhất đạt 2,31% xuất hiện trong tháng thứ 1.

3.3. Mức năng lượng 9 MeV

Phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng được thể hiện qua hình 6:

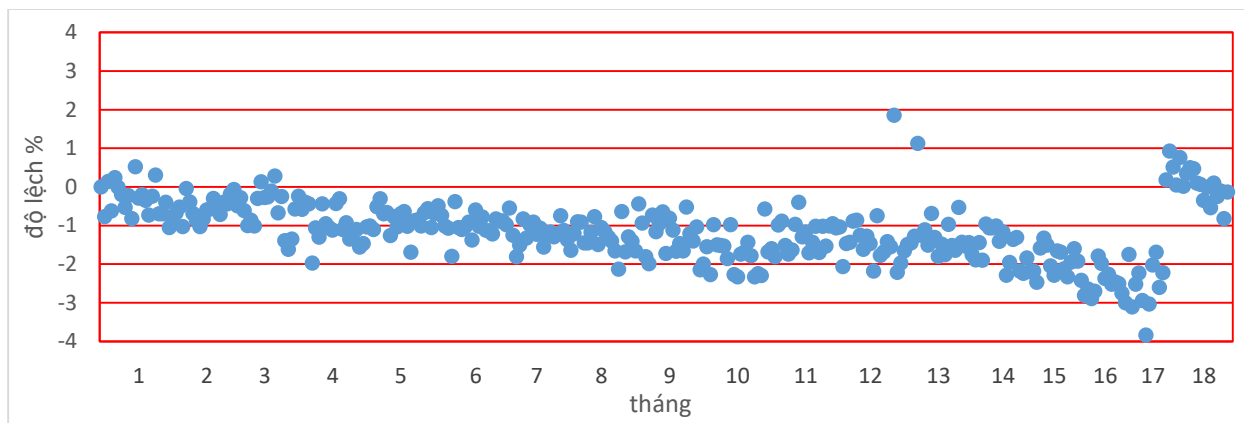


Hình 6. Biểu đồ phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng mức năng lượng 9 MeV

Độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -1% đến 1%, đa phần dao động quanh mức 0%. Tuy nhiên, từ tháng thứ 8 đến tháng thứ 10, độ lệch có xu hướng tập trung dưới mức 0%, từ tháng thứ 11 đến tháng thứ 14, độ lệch có xu hướng tập trung trên mức 0%. Không có ngày nào vượt quá giới hạn. Sai lệch lớn nhất đạt 1,8% xuất hiện vào tháng thứ 12.

3.4. Mức năng lượng 12 MeV

Phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng được thể hiện qua hình 7:

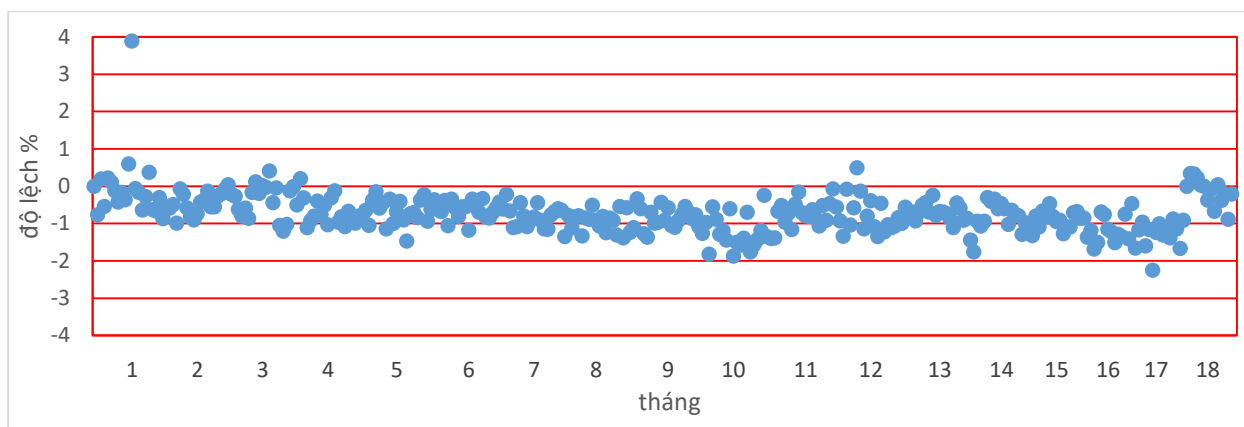


Hình 7. Biểu đồ phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng mức năng lượng 12 MeV

Độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -3% đến 1%, có xu hướng trôi dần về phía độ lệch âm theo thời gian. Sự trôi này do nhiều nguyên nhân như định áp không ổn định, hao mòn cơ khí theo thời gian,... dẫn đến xu hướng giảm liều. Ở tháng thứ 18, độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -1% đến 1%. Ở tháng thứ 12 và 13, có 2 điểm liều không theo xu hướng. Có 3 ngày vượt quá giới hạn. Sai lệch lớn nhất đạt tới -3,84% trong tháng thứ 17.

3.5. Mức năng lượng 15 MeV

Phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng được thể hiện qua hình 8:



Hình 8. Biểu đồ phân bố độ lệch theo thời gian kiểm tra liều lượng mức năng lượng 15 MeV

Độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -2% đến 0,5%, có xu hướng trôi dần về phía độ lệch âm theo thời gian. Ở tháng thứ 18, độ lệch tập trung phần lớn ở phạm vi từ -1% đến 0,5%. Có 1 ngày vượt giới hạn với sai lệch đạt tới 3,89% xuất hiện trong tháng thứ nhất.

4. Bàn luận

Các mức năng lượng của máy xạ trị gia tốc Presice Elekta đáp ứng tốt về liều lượng, số ngày vượt giới hạn chiếm tỉ lệ rất thấp. Những mức năng lượng thường dùng như 6 MV và 9 MeV luôn có sự ổn định, sự chính xác cao và không có ngày nào vượt giới hạn. Chi tiết trong bảng 2.

Bảng 2. Đánh giá chung về liều ở các mức năng lượng của máy gia tốc Precise Elekta

Tiêu chí	Mức năng lượng				
	6 MV	6 MeV	9 MeV	12 MeV	15 MeV
Phân bố phần lớn	-1% đến 0%	-1% đến 1%	-1% đến 1%	-3% đến 1%	-2% đến 0,5%
Số ngày vượt giới hạn	0	0	0	3	1
Số ngày vượt giới hạn trên tổng số ngày	0%	0%	0%	0,9%	0,3%

Nhìn chung, máy xạ trị gia tốc Presice Elekta tại bệnh viện Ung Bướu Thành phố Hồ Chí Minh có độ ổn định tốt, độ chính xác cao, số ngày vượt quá ngưỡng giới hạn cho phép chiếm tỉ lệ rất thấp. Vì vậy khi sử dụng máy xạ trị gia tốc Presice Elekta đem lại sự an toàn rất cao, hạn chế rủi ro cho bệnh nhân, tiết kiệm công sức cho các kỹ sư vật lý y khoa.

Tuy nhiên, tại các mức năng lượng 12 MeV và 15 MeV thì liều lượng không tốt bằng các mức năng lượng thường dùng là 6 MV, 6 MeV, 9 MeV. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ lệch liều lượng do tính chất ngẫu nhiên của electron và hạt nhân, sự không ổn định điện áp, sự hao mòn cơ khí theo thời gian, các thiết lập đo chưa chính xác (bàn điều trị không cân bằng, thước chỉ khoảng cách, kích thước trường chiếu bị sai lệch...),... Chính vì điều này gây ra 3 ngày vượt giới hạn tại mức năng lượng 12 MeV, 1 ngày vượt giới hạn tại mức năng lượng 15 MeV, và điều này cho ta thấy được tầm quan trọng khi thực hiện QA hàng ngày có thể phát hiện ra các bất thường từ hệ thống xạ trị. Từ biểu đồ hình 7 và hình 8 có thể nhìn thấy rõ rệt sự trôi độ lệch, tuy nhiên vào khoảng tháng thứ 18, độ lệch trở lại dao động quanh vị trí 0% do đã có sự can thiệp của kỹ sư vật lý y khoa, một lần nữa cho thấy tầm quan trọng của kỹ sư vật lý y khoa và quy trình QA hàng ngày.

Kiểm tra liều lượng hàng ngày là công việc rất quan trọng. Nó không chỉ giám sát liều lượng trước khi xạ trị cho bệnh nhân mà còn cho thấy diễn biến liều lượng theo thời gian để kỹ sư vật lý y khoa có thể kịp thời xử lý.

5. Kết luận

Qua quá trình tìm hiểu lý thuyết, tiến hành thực nghiệm, đánh giá số liệu, nghiên cứu thu được một số kết quả như sau:

- Phần lớn liều lượng ở các mức năng lượng trong 18 tháng của máy xạ trị gia tốc Presice Elekta đều nằm trong mức giới hạn, chưa đến 1% số ngày kiểm tra vượt ngưỡng.

- 2 mức năng lượng thường xuyên sử dụng luôn có độ ổn định tốt, độ chính xác cao và không có ngày nào liều vượt ngưỡng giới hạn.

Từ kết quả đạt được, có thể thấy máy xạ trị gia tốc Presice Eleckta tại bệnh viện Ung Bướu Thành phố Hồ Chí Minh được đánh giá cao về mặt liều lượng, các thiết bị đo liều hoạt động tốt, được vận hành bởi đội ngũ kỹ sư có trình độ cao, luôn đem lại hiệu quả tốt nhất cho bệnh nhân xạ trị ung thư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IAEA, *Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water*, Technical Reports Series No. 398, IAEA, Vienna 2000.
- [2] Eric E. Klein, Joseph Hanley, Fang-Fang Yin, William Simon, Sean Dresser, Christopher Serago, Francisco Aguirre, Lijun Ma, Bijan Arjomandy, Chihray Liu, *Quality Assurance of Medical Accelerators*, Task Group 142 report, AAPM, 2009.
- [3] Sun Nuclear, *Daily QA3 Reference Guide*, Sun Nuclear Corporation, 2014.
- [4] McDermott GM, Buckle AH, *Monitoring linear accelerator output constancy using the PTW Linaccheck*. Med Dosim 2011
- [5] Thwaites DI, Mijnheer B. Mills JA. *Quality assurance of external beam radiotherapy. Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students*. Vienna: International Atomic Energy Agency 2005.
- [6] Diana Binny, Craig M. Lancaster, Tanya Kairn, Jamie V. Trapp, Scott B. Crowe, *Monitoring Daily QA 3 constancy for routine quality assurance on linear accelerators*, Physica Medica 2016.