

Tai nạn trong xạ trị và các bài học từ quá khứ

Accidents in radiotherapy and lessons learned from the past

Cung Thị Tuyết Anh

Bệnh viện Ung bướu Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt

Xạ trị là phương pháp chữa trị ung thư hiệu quả và có đến hơn 50% bệnh nhân ung thư cần đến xạ trị. Các kỹ thuật xạ trị hiện đại ngày càng phức tạp với các máy móc tinh vi, càng lúc càng giống như những "hộp đen", do đó xạ trị cần áp dụng các nguyên tắc căn bản về an toàn như trong ngành hàng không. Sai sót, tai nạn, có thể xảy ra và đã từng xảy ra tại các bệnh viện có khoa xạ trị trên thế giới. Theo Ủy ban Quốc tế Phòng hộ Xạ (ICRP 86, năm 2000), tai nạn phơi nhiễm xạ được định nghĩa là mọi sai biệt quan trọng giữa chỉ định xạ trị và sự tiếp nhận liều xạ (sai biệt về người bệnh, về thể tích đích, liều xạ, phân bố liều...). Hiệp hội Vật lý Y khoa Hoa Kỳ (AAPM) đã phân loại nguy cơ nhóm I gồm: Típ A: Quá liều $\geq 25\%$, có thể gây biến chứng trực tiếp đe dọa mạng sống bệnh nhân. Típ B: Quá liều ≥ 5 và $< 25\%$ hoặc thiếu liều, dẫn đến tăng nguy cơ biến chứng hoặc giảm hiệu quả kiểm soát bướu. Trong bài này, chúng tôi điểm lại một số sai sót thường gặp và những sự cố nghiêm trọng đã xảy ra tại một số trung tâm xạ trị trên thế giới, qua đó rút ra những bài học kinh nghiệm về xạ trị an toàn cho các khoa xạ trị trong nước.

Từ khóa: Tai nạn xạ trị, xạ trị quá liều, xạ trị an toàn.

Summary

Radiotherapy is an effective kind of treatment and there are more than 50% of cancer patients could have a radiotherapeutic indication. Nowadays, radiotherapy techniques become more and more complex with ultra-modern equipment which look like "black box", so that their management must be more vigilant as that in aeronautical engineering. Mistakes and accidents can happen and have been happened in any radiotherapy department all over the world. According to the ICRP-86 in 2000, accident in radiotherapy is defined as any important discrepancy between the prescribed dose and the received dose (error in patient identification, target volume, fractionation, dose distribution, etc). The AAPM TG35 has divided the Group I risk into Type A (overdose $> 25\%$) which can directly threat the patient's life, and Type B (overdose > 5 and $< 25\%$ or under-dose, leading to unacceptable consequences (increase of complication risks or lack of tumor control efficacy). In this article, we overview some common radiotherapy mistakes and serious accidents that occurred in several institutions in the world, from which we can learn precious experience to "treat safely" for our cancer centers.

Keywords: Accidents in radiotherapy, radiation overdose, safety in radiation treatment.

Ngày nhận bài: 27/3/2023, ngày chấp nhận đăng: 03/4/2023

Người phản hồi: Cung Thị Tuyết Anh, Email: tuyetanh.cung@gmail.com - Bệnh viện Ung bướu Thành phố Hồ Chí Minh

1. Đặt vấn đề

Xạ trị là phương pháp chữa trị ung thư hiệu quả, hơn 50% bệnh nhân (BN) ung thư cần đến xạ trị. Bức xạ ion-hóa phát ra không có hình dạng, không gây cảm giác tức thời nên khó kiểm soát sự chính xác bằng giác quan thông thường. Sai sót, tai nạn có thể xảy ra và đã từng xảy ra tại các bệnh viện có xạ trị và hậu quả xảy ra từ mức độ nhẹ đến nguy hiểm đến tính mạng BN, từ phạm vi ngẫu nhiên đơn lẻ đến mức độ hệ thống. Tiểu ban Quốc tế phòng hộ xạ (ICRP 86) năm 2000 đã định nghĩa "Tai nạn phơi nhiễm xạ trong xạ trị là mọi sai biệt quan trọng giữa chỉ định xạ trị và sự tiếp nhận liều xạ (như sai biệt về người bệnh, về thể tích đích, liều xạ, phân bố

liều...)". Tài liệu của Hiệp hội Vật lý Y khoa Hoa Kỳ, Chuyên đề 35 (American Association of Physicists in Medicine, Task Group 35) [1] đã phân loại nguy cơ nhóm I gồm: Típ A: Quá liều $\geq 25\%$, có thể gây biến chứng trực tiếp đe dọa mạng sống BN. Típ B: Quá liều ≥ 5 và $< 25\%$, hoặc thiếu liều, dẫn đến tăng nguy cơ biến chứng hoặc giảm hiệu quả kiểm soát bướu. Trong một số trường hợp, nếu không phát hiện kịp thời, có thể chuyển thành típ A.

2. Một số tai nạn được biết đến

Bảng dưới đây cho thấy những tai nạn do phơi nhiễm xạ quá liều trong xạ trị tại một số quốc gia trong những thập kỷ qua.

Bảng 1. Tai nạn trong xạ trị tại một số quốc gia (Trích từ ICRP 86, năm 2000) [2]

Quốc gia	Thời gian	Loại sai sót	Số BN bị ảnh hưởng	Số BN tử vong
Hoa Kỳ	1974-1976	Quá liều	426	
Canada	1985-1987	Quá liều	6	3
Đức	1986-1987	Quá liều	86	-
Anh	1988	Quá liều	207	-
Hoa Kỳ	1987-1988	Quá liều	33	20
Tây Ban Nha	1990	Quá liều	27	17
Anh	1982-1991	Thiếu liều	1045	492 ca tái phát
Costa Rica	1996	Quá liều	114	17
Panama	2000	Quá liều	28	5
Ba Lan	2001	Quá liều	5	-

3. Nguyên nhân các sai sót trong xạ trị

Theo thống kê của Cơ quan Sức khỏe quốc gia Anh Quốc (NHS-UK) năm 2017, các sai sót trong xạ trị được phân bố như sau: 20% xạ trị thực sự không chính xác; 28% xạ trị sai nhưng được phát hiện kịp thời; 27% xạ trị chậm trễ. Những sai sót thường gặp là đặt bệnh nhân nằm không ngay ngắn (12 trường hợp), tính toán sai (8 trường hợp), nhập dữ liệu sai (7 trường hợp), che chắn sai (4 trường hợp) và một số ít trường hợp nhầm vị trí phải-trái, trước-sau ... [3].

4. Ví dụ về những sai sót và một số tai nạn nghiêm trọng được công bố

Trong phần này chúng tôi xin kể một số sự cố trích dẫn từ báo cáo của ICRP, IAEA hoặc bài đăng

trên báo chí phổ thông. Việc nêu tên các trung tâm điều trị không phải để làm mất uy tín của họ, mà mục đích để rút ra những bài học cho tất cả chúng ta. Những trung tâm điều trị này phần lớn đều đã có những hệ thống quản lý chất lượng điều trị.

4.1. Các sai sót thường gặp [4]

Khung gắn tấm lọc bị lỏng

Trong giai đoạn đo chuẩn liều (commissioning) trước khi đưa máy Cobalt vào sử dụng, chùm tia được đo ở vị trí 0°, có và không có tấm lọc (wedge filter). Khi điều trị, lúc thân máy quay 90° để chiếu chùm tia ngang, nếu khung mang tấm lọc bị lỏng sẽ làm tấm lọc dịch chuyển. Kết quả là sự phân bố liều xạ theo trục của tấm lọc bị sai lệch (đến 8%), liều vào

BN quá cao từ một bên và quá thấp từ phía đối diện. Bài học kinh nghiệm rút ra là khi đo đặc chuẩn liều một máy xạ trị, nhớ đo liều với đầu máy (có gắn tấm lọc) quay ở nhiều góc độ khác nhau, không chỉ ở 0°.

Đánh dấu sai phim mô phỏng

Một trường hợp BN xạ trị vùng chậu được đặt nằm sấp thay vì nằm ngửa như thường lệ. Trên phim mô phỏng, bên phải (P) bị đánh dấu nhầm là bên trái (T). Khi đi xạ trị BN được đặt nằm sai (vì căn cứ theo phim mô phỏng) và xạ vào bên phải thay vì vào bên trái như dự tính. May mắn là sai sót này được phát hiện ngay sau lần xạ đầu tiên, nên mô lạnh bên phải nhận liều > 2Gy. Bài học kinh nghiệm là phải kiểm tra tư thế, hướng nằm của BN kỹ lưỡng, nhất là các trường hợp tư thế đặc biệt, không giống thường quy.

Xạ trị không đúng BN

Tại phòng máy xạ trị, kỹ thuật viên (KTV) gọi tên mời một BN vào nhưng một BN khác lại trả lời. Lúc đặt bệnh nhân, KTV thấy vết tàn nhang trên da lưng BN nhưng lại nhầm với dấu xăm tâm xạ. BN thì báo là cách đặt này không đúng so với lúc mô phỏng. KTV mời bác sĩ (BS) xạ trị đến kiểm tra. BS kiểm tra thấy cách đặt phù hợp với ghi chép trong phiếu xạ, nhưng không hỏi và khám lại BN nên cuộc xạ trị vẫn tiếp tục. Hậu quả là BN nhận 2,5Gy vào mô lành (tủy sống). Bài học kinh nghiệm rút ra là khi mời người bệnh vào xạ trị luôn kiểm tra hình chụp với mặt BN; kiểm tra hình chụp các dấu tâm vẽ trên da BN lúc mô phỏng; xác định kỹ vị trí tâm xăm trên da có phù hợp với mô tả trong phiếu mô phỏng không và lưu ý những cảnh báo hoặc khiếu nại của BN về cách đặt bệnh không giống lúc mô phỏng.

Sai sót tại Bệnh viện Karmanos, Michigan, Hoa Kỳ, 2007 [5]

Tháng 10/2007 tại đơn vị Gamma-Knife, một BN được lên kế hoạch chụp MRI sọ não để chuẩn bị xạ phẫu. Theo quy trình chuẩn, BN nằm "đầu về phía thân máy", nhưng KTV lại chọn nhầm cách chụp MRI "chân về phía thân máy". Do đó, các hình ảnh chụp theo trục cơ thể đã bị chuyển đổi từ trái sang phải. KS vật lý không nhận ra sai sót này khi nhập hình ảnh MRI vào máy tính lập kế hoạch điều trị. Điều này dẫn đến sự dịch chuyển của tâm xạ (isocenter) 18mm qua đường giữa của não. Hậu quả: Khi xạ trị,

liều xạ rất cao không chiếu vào mô bướu mà vào mô não lành. Bài học kinh nghiệm là trong chương trình bảo đảm chất lượng điều trị phải gồm: (1) Xây dựng quy trình kiểm tra tư thế, hướng đặt BN khi chụp CT/MRI, ví dụ: Đánh dấu bằng marker kim loại bên P hoặc T; (2) Bảo đảm các quy trình được viết, phổ biến, để mọi người biết và làm theo, nhất là đối với các kỹ thuật phức tạp.

Sai sót tại Bệnh viện Ranguel, Toulouse, Pháp, 2006 [6]

Tháng 4/2006, bệnh viện đưa vào hoạt động máy xạ-phẫu mới BrainLAB-Novalis. Máy này có thể xạ trị với collimator đa lá nhỏ (microMLC, bề dày mỗi lá 3mm) hoặc với collimator hình nón tiêu chuẩn. Các trường chiếu cực nhỏ (6x6mm) có thể được thực hiện với MLC nhỏ này. Một năm sau, trong một cuộc khảo sát so sánh chéo trên toàn thế giới, Công ty BrainLAB phát hiện hồ sơ đo liều của BV Ranguel không phù hợp với hồ sơ đo liều của các trung tâm ung thư khác cũng sử dụng thiết bị xạ-phẫu mới này. Tim hiểu kỹ vấn đề này mới phát hiện ra rằng khi làm commissioning cho máy, kỹ sư vật lý đã dùng một thiết bị đo liều (dosimeter) không phù hợp để đo các trường chiếu cực nhỏ, vì vậy những dữ liệu sai đã được nhập vào máy tính. Hậu quả là tất cả BN được xạ với microMLC đều bị ảnh hưởng (145/172 BN xạ-phẫu). Bài học kinh nghiệm trong trường hợp này là bảo đảm nhân viên hiểu được các đặc tính và giới hạn của các thiết bị họ đang sử dụng. Trong chương trình bảo đảm chất lượng điều trị cần có sự so sánh chéo giữa các bệnh viện, ví dụ: Kiểm tra độc lập các thiết bị mới bởi các nhóm thanh tra độc lập (dùng các dụng cụ kiểm tra độc lập) trước khi đưa thiết bị vào sử dụng trên lâm sàng.

4.2. Các sự cố nghiêm trọng

Tai nạn tại Bệnh viện Jean Monnet, Épinal, Pháp, 2005 [7]

Từ 5/2004 đến 5/2005, 24 BN ung thư tuyến tiền liệt được xạ khác với kế hoạch điều trị. Kế hoạch điều trị được tính toán với các tấm lọc "tĩnh" nhưng thực tế BN lại được xạ với các tấm lọc "động" (dynamic wedge). Hậu quả là BN bị quá liều xạ 20% so với liều dự kiến, khiến 5 BN tử vong và các BN

khác phải chịu đựng biến chứng nặng nề ở vùng bàng quang và trực tràng. Đây là vụ kiện xét xử trong nhiều năm (kết thúc vào 2012) do BS, KS đã thấy tai nạn nhưng cố tình dấu giếm, không khai báo.

Tai nạn tại Bialystock, Ba lan, 2001 [8]

Một máy gia tốc tiếp tục hoạt động sau khi bị cúp điện, nhưng liều chiếu không được kiểm tra lại. 5 BN ung thư vú nhận liều xạ cao gấp 10-20 lần hơn liều dự kiến. Hậu quả là các BN này bị hoại tử trầm trọng vùng ngực.

Tai nạn tại Bệnh viện Indiana - Pennsylvania Hoa kỳ, 1992 [9]

Một BN nữ 82 tuổi được xạ trị áp sát suất liều cao vào vùng chậu. Khi xạ trị phần liều đầu tiên, BS gặp khó khăn khi xác định vị trí nguồn trong cathéter và quyết định rút nguồn, nhưng nguồn rơi ra khỏi hệ thống và kẹt trong người BN. Nhân viên đã không để ý đến tiếng báo động từ máy dò bức xạ, BN ra viện trở về nhà dưỡng lão với nguồn phóng xạ trong người, 4 ngày sau nguồn tự rơi ra và BN tử vong ngay sau đó. Nhân viên nhà dưỡng lão vứt nguồn này chung với rác thải. Công ty xử lý rác phát hiện nguồn phóng xạ này trong quá trình rà tìm phóng xạ thường quy trong rác thải. Tính ra BN đã nhận liều xạ 20Gy cách nguồn 1cm và nhiều người khác cũng bị nhiễm xạ.

Tai nạn tại Bệnh viện St Vincent, New York, 2005 [10]

Tháng 3/2005 một BN nam 41 tuổi được chẩn đoán ung thư đáy lưỡi và được BS Bệnh viện St Vincent chỉ định xạ trị và hóa trị, bằng kỹ thuật xạ IMRT. Sau 4 phân liều thì BS điều trị muốn thay đổi kế hoạch, che chắn thêm răng để tránh biến chứng về sau. KS vật lý làm lại một kế hoạch mới, nhưng nửa chừng thì phần mềm tính toán báo lỗi 2 lần. KS lưu lại kế hoạch, rồi tiếp tục làm nốt công việc, vì BN đang chờ để xạ trị tiếp phân liều thứ 5. Ngay sau lần xạ thứ hai của kế hoạch mới này, mặt và cổ của BN đã bắt đầu sưng vù. Sau phân liều thứ 3, KS kiểm tra lại kế hoạch của BN xem có được thực hiện đúng ở phòng máy xạ hay không, KS phát hiện ra MLC mở toang chứ không thu nhỏ vào vị trí bướt. Nguyên nhân là do khi chuyển kế hoạch xạ trị xuống máy xạ,

lệnh về góc quay và số MU đã chuyển, nhưng lệnh cho MLC chưa kịp chuyển thì phần mềm báo lỗi. KS ấn nút lưu tập tin rồi khởi động lại máy tính và quên kiểm tra lại tình trạng MLC sau khi phần mềm hoạt động trở lại. Do vậy toàn bộ thân não-họng miệng-cổ của BN đã bị chiếu xạ gấp 7 lần tổng liều chỉ định. Hậu quả là BN mất vào tháng 12/2007 lúc 43 tuổi, sau 2 năm vật vã với các biến chứng: Mù, điếc, không nuốt được, liệt tứ chi, đau nhức. Bài học kinh nghiệm ở trường hợp này khá nhiều, trước hết KS đã không kiểm tra kế hoạch IMRT (QA) trước khi tiến hành xạ trị; KTV xạ trị không theo dõi màn hình xem hình dạng MLC có chuyển động không.

Bệnh viện Downstate, Brooklyn, New York, 2005 [10]

Ngày 19/4/2005, BN nữ, ung thư vú trái, bắt đầu được xạ trị bổ trợ sau phẫu thuật, với kỹ thuật 3D. Càng về cuối đợt xạ trị, da vùng xạ phồng rộp, đau nhức. Bệnh viện cho ngưng xạ sau phân liều thứ 27, và cho thuốc về thoa. Vài ngày sau, da vùng xạ tróc hần và lộ thịt phía dưới. Hai tuần sau, bệnh viện xác nhận với BN việc xạ trị có sự nhầm lẫn nên bà đã bị xạ quá liều ($\times 3,5$ lần/mỗi phân liều). Nguyên nhân là do KTV lập kế hoạch điều trị "có tẩm lọc" (wedge) nhưng lại ghi nhầm vào phiếu xạ trị là không có. Hậu quả là vùng loét ngày càng sâu rộng, lộ cả xương sườn. BN được điều trị nhiều đợt oxy cao áp và ghép da nhưng vẫn thất bại và phải sống với mùi hôi thối của vết thương hoại tử. Hơn một năm sau, BN tử vong.

5. Các biện pháp phòng ngừa sai sót trong xạ trị [11], [12]

Các sự cố, tai nạn trong xạ trị phần lớn do yếu tố "con người", nên cần thiết lập các rào chắn đa tầng để giảm thiểu khả năng xảy ra sự cố. Việc bảo đảm chất lượng xạ trị, kiểm tra an toàn xạ trị phải được xây dựng thành một hoạt động thường quy, không nên chỉ tổ chức kiểm tra mỗi khi xảy ra sự cố.

5.1. Các biện pháp phòng ngừa liên quan đến thiết bị, kỹ thuật

Tai nạn phơi nhiễm dễ xảy ra khi thiếu quy trình làm việc và kiểm tra, hoặc có quy trình nhưng được viết một cách khó hiểu, không cụ thể, hoặc không được áp dụng đầy đủ.

1. Việc chuẩn liều máy xạ mới lắp đặt (commissioning): Phải thực hiện độc lập, đầy đủ, do KS vật lý của bệnh viện thực hiện (không phải do nhân viên của hãng máy). Các thiết bị dùng để kiểm chuẩn, đo liều cần được kiểm định chính xác trước đó. Lưu ý những sai sót trong commissioning sẽ mang tính hệ thống.

2. Thiết lập những quy trình test định kỳ các máy xạ trị, máy mô phỏng, phần mềm lập kế hoạch điều trị: Hàng ngày, tuần, tháng, quý, năm và sau mỗi lần máy gặp sự cố, hỏng hóc... Các quy trình kiểm tra phải viết thành văn bản và công việc đã thực hiện phải được điền đầy đủ vào bảng kiểm (check-list). Việc kiểm định liều bởi Cục An toàn bức xạ trong nước và quốc tế (IAEA) cần được thực hiện định kỳ.

3. Chuẩn hóa các phác đồ xạ trị các bệnh ung thư thường gặp: Các khoa xạ nên soạn phác đồ kỹ thuật xạ trị chi tiết. Soạn quy trình mô phỏng các vị trí ung thư thường gặp, xây dựng các biểu mẫu mô phỏng (template) với ghi chép đầy đủ thông tin về tư thế BN, mô tả vị trí tâm CT, các dụng cụ cố định BN, chụp ảnh mặt BN, hình ảnh tư thế BN. Soạn quy định cách vẽ contour thể tích đích (GTV, CTV, PTV, ITV), các cơ quan lành (OAR), quy định về liều xạ, kỹ thuật chiếu xạ, và hướng dẫn đánh giá kế hoạch xạ trị (Treatment Plan evaluation).

4. Soạn quy trình lập kế hoạch xạ trị trên máy tính: Kiểm tra kế hoạch bằng bảng kiểm (check-list), Kế hoạch cần được duyệt và có chữ ký của: KS (hoặc KTV) tính liều, KS cấp trên, BS điều trị, BS cấp trên. Đối với kỹ thuật xạ IMRT, VMAT, SRS, SBRT, bắt buộc phải kiểm tra liều (QA) trước khi tiến hành xạ trị.

5. Kiểm tra công tác làm khuôn đúc chì: Số khay chì, vị trí, hình dạng chì chắn, hướng chì; dán tên BN, tên trường chiếu tương ứng với khay chì.

6. Quy trình kiểm tra, đặt bệnh, phát tia tại phòng máy xạ: Soạn quy trình thành văn bản chung và chuyên biệt cho từng vị trí xạ trị. Lần xạ đầu tiên cần có mặt BS phụ trách. Luôn có 2 KTV làm việc tại 1 phòng máy theo phương châm "I set, you check" (tôi thực hiện, anh kiểm lại).

7. Theo dõi BN trong và sau cuộc xạ trị.

5.2. Các biện pháp phòng ngừa liên quan đến nhân sự

Tai nạn xạ trị xảy ra là do thiếu sự quan tâm vào các chi tiết, thiếu cảnh giác và ý thức. Tệ hại hơn nếu nhân viên phải làm việc trong môi trường dễ làm họ phân tâm (ồn ào, quá nhiều BN trong một trường hợp). Tại Việt Nam, nguy cơ cao hơn do số lượng BN luôn quá tải và chưa có chương trình đào tạo chính thức BS, KS và KTV chuyên về xạ trị.

1. Huấn luyện và hiểu thấu đáo: Tai nạn phơi nhiễm xảy ra khi nhân viên không đủ năng lực và không được huấn luyện kỹ lưỡng, thiếu nền tảng học vấn cơ bản và huấn luyện chuyên biệt. Cần giáo dục và huấn luyện nhân viên, đặc biệt khi có nhân viên mới tuyển dụng và khi có máy móc, phần mềm, phác đồ, kỹ thuật mới được triển khai. Chú ý khi khóa huấn luyện bằng tiếng nước ngoài, sự bất đồng ngôn ngữ dễ dẫn đến hiểu sai.

2. Phân công trách nhiệm: Tai nạn phơi nhiễm xảy ra khi có khoảng trống hoặc sự mơ hồ về chức năng của các nhân viên, về quyền hạn và trách nhiệm, khi đó sự an toàn trong các công việc khó khăn sẽ không được bảo đảm. Nên phân công trách nhiệm rõ ràng bằng văn bản.

3. Xây dựng tinh thần làm việc nhóm (teamwork): Văn hóa Việt Nam còn nặng về tôn ti trật tự, tuyệt đối tuân lệnh cấp trên, nên KTV hoặc điều dưỡng ít dám trao đổi hoặc nêu thắc mắc về các vấn đề chuyên môn. Nên xây dựng văn hóa nơi làm việc có sự giao tiếp cởi mở, khuyến khích cá nhân nêu lên nhận xét, ý kiến của mình về công việc chung và thông báo cho nhau những nghi vấn về điều bất thường ghi nhận được.

4. Khuyến khích báo cáo khi có sự cố xảy ra, ở mọi mức độ: Tốt nhất là báo cáo ngay những tình huống nguy hiểm, mất an toàn "suýt xảy ra sự cố" (near miss). Nên tránh cách xử lý truy xét, kỷ luật. Điều quan trọng là tìm nguyên nhân sâu xa dẫn đến sự cố và nghiên cứu biện pháp cụ thể nhằm khắc phục nguy cơ.

6. Kết luận

Tại các bệnh viện và trung tâm ung bướu ở nước ta, có được máy xạ trị cho BN là một hạnh phúc

lớn cho ê-kíp điều trị và BN. Tuy nhiên, mọi người thường quan tâm đến việc tận dụng năng suất của máy xạ hơn là quản lý nguy cơ của xạ trị. Các hãng chế tạo máy xạ ngày nay đã có nhiều cải tiến về kỹ thuật để việc xạ trị được an toàn hơn, và nếu các hàng rào phòng vệ được thiết lập nghiêm ngặt trong từng khâu thì các sai sót và tai nạn có thể được hạn chế đến mức thấp nhất. Các sai sót trong xạ trị phải được báo cáo thì mới rút được kinh nghiệm, tìm hiểu nguyên nhân sâu xa và tìm biện pháp phòng ngừa. Để khuyến khích nhân viên thành thật khai báo sai sót/sự cố, cần tránh cách xử lý quy tội, trừng phạt. Nên xây dựng tinh thần làm việc, giao tiếp cởi mở, tôn trọng nhau và văn hóa làm việc nhóm trong Khoa Xạ trị, và luôn đề cao mục tiêu “An toàn - Chính xác - Hiệu quả”.

Tài liệu tham khảo

1. AAPM Report No 56 (1996) *Medical accelerator safety considerations*. Report of AAPM nuclear medicine committee task group 35.
2. ICRP Publication 86 (2000) *Prevention of accidents to patients undergoing radiation therapy*. ICRP 30(3).
3. Radzi Y (2018) *Development of techniques for verification of advanced radiotherapy by portal dosimetry*. Semantic Scholar. Corpus ID: 70231481
4. IAEA Training Course material: Prevention of accidental exposure in radiotherapy. Part 3.
5. NRC (2007) Karmanos Cancer Center. <https://www.nrc.gov/docs/ML0805/ML080580302.pdf>
6. IAEA- Rapport relatif à l'incident de radiothérapie survenu au CHU de Toulouse - Hôpital de Rangueil https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:40034785.
7. IRSN (2013) *L'accident en radiothérapie d'Epinal* <https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/sante/laccident-radiotherapie-depinal>.
8. IAEA (2004) *Accidental exposure of radiotherapy patients in Bialystok*. https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1180_web.pdf.
9. Johnston Wm. R. (2008) *Pennsylvania radiotherapy accident, 1992*. <https://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/1992USA1.html>.
10. Bogdanich W (2010) *Radiation offers new cures and ways to do harm*. The New York Time 23 Jan 2010.
11. Yorke E, Gelblum D, Ford E (2011) *Patient safety in external beam radiation therapy*. *AJR* 196: 768-772.
12. RCR (2008) *Toward safer radiotherapy*. The Royal College of Radiologists. https://www.rcr.ac.uk/sites/default/files/publication/Towards_saferRT_final.pdf.