

Đánh giá phân bố liều tới các vùng thể tích của các kế hoạch xạ trị VMAT sử dụng chùm tia 6MV, 6FFF, 10MV và 10FFF trong xạ trị ung thư cổ tử cung tại Bệnh viện K

Evaluating dose distribution to the volume regions of VMAT treatment plans using 6MV, 6FFF, 10MV and 10FFF beams for cervical cancer treatment at Hospital K

Ngô Tuấn Sơn, Lê Văn Tình, Nguyễn Thanh Bình,
Nguyễn Thị Thơm, Nguyễn Văn Kiên, Nguyễn Sỹ Phong,
Vũ Thị Lệ, Nguyễn Đăng Nhật, Đỗ Tuấn Anh

Bệnh viện K

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá sự phân bố liều lượng xạ trị của các kế hoạch xạ trị VMAT sử dụng chùm tia có bộ lọc phẳng FF và không có bộ lọc phẳng FFF với năng lượng 6MV và 10MV trong điều trị ung thư cổ tử cung. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả trên tổng số 15 bệnh nhân ung thư cổ tử cung có chỉ định điều trị xạ trị toàn khung chậu với liều 45 Gy trong 25 buổi. Lập các kế hoạch xạ trị VMAT sử dụng chùm tia 6FFF, 10MV, 10FFF. Các kế hoạch được lập có cùng mức năng lượng thì sử dụng các hàm tối ưu hóa và điều kiện gàng buộc về phân bố liều giống nhau. Tiến hành đánh giá các kế hoạch xạ trị thông qua biểu đồ liều - thể tích DVH, các chỉ số đồng dạng phân bố liều CI, chỉ số đồng nhất liều HI, số MU, thời gian phát tia BOT và liều lượng tới cơ quan lành OARs. **Kết quả:** Nghiên cứu cho thấy mức độ tương đồng về độ bao phủ liều tới vùng thể tích PTV đối với các mức năng lượng. Giá trị liều trung bình của PTV lần lượt là $4409,81 \pm 29,94\text{cGy}$; $4407,96 \pm 25,92\text{cGy}$; $4409,53 \pm 26,24\text{cGy}$ và $4411,90 \pm 26,35\text{cGy}$ đối với các nhóm kế hoạch 6MV, 6FFF, 10MV và 10FFF. Đối với sự đồng nhất giữa kế hoạch cũng cho thấy có sự tương đồng, chỉ số đồng nhất HI và đồng dạng phân bố liều CI trung bình lần lượt là 0,88 và 0,87. Tuy nhiên, các kế hoạch sử dụng chùm tia FFF cho thể tích nhận liều thấp của mô lành thấp hơn và có ý nghĩa thống kê so với các kế hoạch sử dụng chùm tia FF. Số MU của các kế hoạch sử dụng chùm tia FFF (trung bình $1027,87 \pm 128,13\text{MU}$ và $1141,22 \pm 159,30\text{MU}$ lần lượt của nhóm kế hoạch 6FFF và 10FFF) nhiều hơn so với kế hoạch sử dụng chùm tia FF (trung bình $803,14 \pm 103,09\text{MU}$ và $737,88 \pm 71,34\text{MU}$ lần lượt của nhóm kế hoạch 6MV và 10MV) nhưng thời gian phát tia BOT ngắn hơn. Thời gian phát tia trung bình của nhóm kế hoạch 6MV, 10MV lần lượt là $96,38 \pm 12,36$ và $88,55 \pm 8,56$ giây. Thời gian phát tia của nhóm kế hoạch 6FFF, 10FFF chỉ còn $51,39 \pm 6,41$ và $34,24 \pm 4,78$ giây. **Kết luận:** Các kế hoạch xạ trị kỹ thuật VMAT cho ung thư cổ tử cung sử dụng chùm tia 6MV, 6FFF, 10MV và 10FFF đều đáp ứng các tiêu chí đánh giá kế hoạch. Phân bố liều tới các vùng thể tích không có nhiều sự khác biệt giữa các kế hoạch được khảo sát, nhưng với các kế hoạch sử dụng chùm tia FFF thời gian phát tia giảm đáng kể.

Từ khóa: Chùm tia FFF, ung thư cổ tử cung, VMAT.

Ngày nhận bài: 27/3/2023, ngày chấp nhận đăng: 10/4/2023

Người phản hồi: Lê Văn Tình, Email: tinhbvk@gmail.com - Bệnh viện K

Summary

Objective: To evaluate the dose distribution of VMAT radiotherapy plans using flattened Filter (FF) and flattened Filter Free (FFF) beam with 6MV and 10MV energy in the radiotherapy treatment of cervical cancer. **Subject and method:** This descriptive study included 15 patients with cervical cancer who received whole pelvic irradiation with a dose of 45Gy in 25 fractions. VMAT treatment plans were planned using 6FFF, 10MV, and 10FFF beams. Plans with the same energy level used the same optimization costfunctions and dose constraints. Treatment plans were evaluated through dose-volume histogram (DVH), conformity index (CI), homogeneity index (HI), monitor units (MU), beam-on time (BOT), and doses to organs-at-risk (OARs). **Result:** Our results showed similar coverage of the prescribed dose to the planning target volume (PTV) for all energy levels. The mean dose values of PTV were 4409.81 ± 29.94 , 4407.96 ± 25.92 , 4409.53 ± 26.24 , and 4411.90 ± 26.35 for the 6MV, 6FFF, 10MV, and 10FFF plans, respectively. The homogeneity and conformity index of the plans were also similar, with mean HI and CI values of 0.88 and 0.87, respectively. However, plans using FFF beams had lower doses to low-dose receiving normal tissues and were statistically significant compared to FF plans. The monitor units (MU) of the FFF beam plans (mean 1027.87 ± 128.13 and 1141.22 ± 159.30 for the 6FFF and 10FFF plans, respectively) were higher than the FF beam plans (mean 803.14 ± 103.09 and 737.88 ± 71.34 for the 6MV and 10MV plans, respectively), but the beam-on time was shorter. The mean beam-on time for the 6MV and 10MV plans were 96.38 ± 12.36 and 88.55 ± 8.56 seconds, respectively. The beam-on time for the 6FFF and 10FFF plans were only 51.39 ± 6.41 and 34.24 ± 4.78 seconds, respectively. **Conclusion:** VMAT treatment plans for cervical cancer using 6MV, 6FFF, 10MV, and 10FFF beams met the criteria for plan evaluation. The dose distribution to the target volume was not significantly different among the plans, but plans using FFF beams have significantly reduced beam-on times.

Keywords: FFF beam, cervical cancer, VMAT.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, xạ trị điều biến liều sử dụng các chùm tia không lọc phẳng trên các máy gia tốc tuyến tính ngày càng nhiều bởi chùm tia này mang lại nhiều lợi ích. Đặc điểm của chùm tia photon không lọc phẳng (FFF) là suất liều cao hơn do đó làm giảm thời gian phát tia, điều này làm giảm sự di động của bệnh nhân trong quá trình điều trị, tạo sự thoải mái cho người bệnh. Đồng thời, giảm thiểu các chuyển động nội tại của bệnh nhân, chẳng hạn như bàng quang, trực tràng thay đổi theo thời gian [4, 5, 6]. Theo nghiên cứu của Cashmore sử dụng chùm tia FFF làm giảm tán xạ, giảm nguy cơ ung thư thứ phát, nghiên cứu cũng khuyến cáo rằng nên loại bỏ bộ lọc phẳng khi sử dụng IMRT trong cùng năng lượng [1].

Theo nghiên cứu của Atul Tyagi và cộng sự [13, 14] đã chỉ ra rằng mức 6MV là lựa chọn tốt đối với xạ trị ung thư cổ tử cung. Tại bệnh viện K, chúng tôi chọn chùm tia 6MV trong lập kế hoạch xạ trị VMAT

cho ung thư cổ tử cung do chùm tia 6MV có chỉ số phù hợp và đồng đều về liều lượng trong trường chiếu và suy giảm liều nhanh khi đi qua thể tích điều trị. Mặc khác, cũng có nhiều nghiên cứu chỉ ra lợi ích của việc sử dụng năng lượng cao hơn ($\geq 10MV$) cho những thể tích bia vùng khung chậu [2, 3] như là độ đâm xuyên lớn, giảm liều cực đại trên thể tích bia. Tuy nhiên, vẫn có nhiều tranh luận trong vấn đề chọn mức năng lượng và chùm tia có sử dụng bộ lọc phẳng hay không. Vì vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu này nhằm: *Đánh giá ảnh hưởng của năng lượng và bộ lọc phẳng lên phân bố liều của các kế hoạch VMAT cho bệnh ung thư cổ tử cung.*

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

Nghiên cứu được thực hiện các kế hoạch VMAT của 15 bệnh nhân ung thư cổ tử cung có chỉ định xạ trị toàn khung chậu 45Gy trong 25 buổi điều trị. Loại trừ các bệnh nhân ung thư cổ tử cung đã phẫu thuật

và những bệnh nhân ung thư cổ tử cung có chỉ định nâng liều hạch đồng thời hoặc xạ hạch cạnh động mạch chủ bụng.

2.2. Dữ liệu mô phỏng

Bệnh nhân được chụp mô phỏng trên máy Siemens 6 dãy (Somatom Emotion, Siemens Medical System, Germany) với tư thế nằm ngửa, sử dụng Knee support, bàn quang đầy (bệnh nhân đi tiểu hết, sau đó uống 500ml nước và nhịn tiểu 60 phút), độ dày lát cắt 3mm. Các thể tích bia và OARs được vẽ theo hướng dẫn EMBRACE II [9]. Thể tích PTV trung bình là $1413,1 \pm 107,8\text{cm}^3$.

2.3. Phương pháp

Lập kế hoạch điều trị

Mỗi bệnh nhân được thực hiện lập kế hoạch xạ trị VMAT sử dụng các chùm tia photon 6MV, 6FFF,

10MV, 10FFF của máy gia tốc Versa HD, hãng Elekta trên phần mềm lập kế hoạch Monaco version 5.11.03. Các kế hoạch đều sử dụng một beam với 2 cung. Cung thứ nhất quay từ 190° đến 170° và cung thứ 2 quay ngược lại từ 170° về 190°. Collimator luôn cố định ở 0°. Kế hoạch VMAT sử dụng thuật toán Monte-Carlo, kích thước ô lưới tính toán 3mm. Các kế hoạch cùng năng lượng sẽ có cùng các hàm tối ưu hóa. Trên máy Versa HD tại cơ sở có suất liều của mức năng lượng 6MV và 10MV là 500MU/Phút; mức 6FFF và 10FFF lần lượt 1200 và 2000MU/phút. Để so sánh một cách tương quan, tất cả các kế hoạch đều được quy về giá trị chung là 95% liều chỉ định bao phủ 95% thể tích, các tổ chức nguy cấp được đánh giá như Bảng 1. Tiêu chuẩn đánh giá kế hoạch được trung tâm xây dựng dựa theo hướng dẫn EMBRACE II [9].

Bảng 1. Bảng đánh giá liều kế hoạch xạ trị trung tâm xây dựng theo hướng dẫn EMBRACE II

Tổ chức	Giới hạn liều bắt buộc	Giới hạn liều
PTV45	V95%-95%	
Ruột	Max < 105%	V40Gy < 100cm ³ V30Gy < 350cm ³
Bàn quang	Max < 105%	V40Gy < 75% V30Gy < 85%
Trực tràng	Max < 105%	V40Gy < 85% V30Gy < 95%
Sig-ma	Max < 105%	
Tủy xương	Max < 105%	V20Gy < 75%, V10Gy < 90%
Mô lành NT	Max < 107%	

Các chỉ số đánh giá

Giản đồ liều lượng thể tích của 4 nhóm kế hoạch VMAT được đánh giá qua các thông số HI, CI, Dmax, Dmin, Dmean của PTV và các tiêu chí đánh giá liều cơ quan lành như đã nêu ở Bảng 1. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu thực hiện khảo sát thêm các giá trị thể tích nhận liều thấp như V10Gy, V20Gy, V30Gy, V40Gy, Dmax của trực tràng, bàn quang, ruột, tủy xương; Dmax, Dmean, V40Gy, V30Gy, V20Gy, V10Gy,

V5Gy, V2Gy, V1Gy của vùng mô lành (là phần mô lành còn lại trừ các tổ chức nguy cấp đã vẽ).

Chỉ số đồng nhất HI (Homogeneity index) [11].

$$HI = \frac{D5}{D95}$$

Chỉ số đồng dạng phân bố liều CI_{Paddick(2000)} (Conformity Index) [10].

$$CI_{Paddick} = \frac{TV_{PIV}}{TV} \times \frac{TV_{PIV}}{PIV}$$

Thời gian phát tia (Beam on time - BOT): Theo lý thuyết được tính theo công thức [12]

$$BOT = \frac{MU}{\text{Suất liều chiếu}}$$

Số liệu được phân tích trên phần mềm SPSS version 20. Số liệu được biểu diễn dưới dạng trung bình \pm độ lệch chuẩn, được phân tích bằng kiểm định Paired-Sample T Test với giá trị $p \leq 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê và độ tin cậy 95%.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. So sánh phân bố liều trên PTV

Bảng 2 so sánh các tiêu chí đánh giá của PTV trên 4 nhóm kế hoạch VMAT. Nhìn chung, phân bố liều tại PTV không có nhiều sự khác biệt. Tuy nhiên, chỉ số HI của các kế hoạch sử dụng chùm tia 10MV thấp hơn so với các chùm tia còn lại và có ý nghĩa thống kê ($p=0,037$).

Bảng 2. So sánh Dmax, Dmean, Dmin, HI, CI giữa các nhóm kế hoạch VMAT sử dụng chùm tia 6MV, 6FFF, 10MV, 10FFF

	6MV	6FFF	10MV	10FFF	p1	p2	p3
Dmax (cGy)	4663,64 \pm 320,85	4669,53 \pm 316,99	4646,26 \pm 314,42	4663,42 \pm 319,49	0,644	0,092	0,981
Dmean (cGy)	4409,81 \pm 29,94	4407,96 \pm 25,92	4409,53 \pm 26,24	4411,90 \pm 26,35	0,774	0,96	0,552
Dmin (cGy)	3801,08 \pm 355,60	3809,46 \pm 341,37	3785,85 \pm 363,67	3781,32 \pm 396,66	0,731	0,502	0,511
HI	0,88 \pm 0,01	0,88 \pm 0,01	0,87 \pm 0,01	0,88 \pm 0,01	0,591	0,037	0,758
CI	0,88 \pm 0,01	0,88 \pm 0,01	0,87 \pm 0,01	0,88 \pm 0,01	0,678	0,555	1,000

p1 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 6FFF, đại diện cho sự ảnh hưởng của bộ lọc phẳng;

p2 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 10MV, đại diện cho sự ảnh hưởng của năng lượng;

p3 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 10FFF, đại diện cho sự ảnh hưởng của cả năng lượng và bộ lọc phẳng.

3.2. So sánh phân bố liều trên tổ chức nguy cấp

Phân bố liều các của tổ chức nguy cấp được thể hiện trong Bảng 3.

Liều cực đại và thể tích nhận liều 40 Gy tại bàng quang khi so sánh giữa các nhóm kế hoạch không có sự khác biệt. Nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 10MV cho liều cực đại thấp nhất. Thể tích nhận liều 30Gy và 20Gy tại nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 10FFF là thấp nhất. So sánh thể tích nhận liều 30Gy giữa nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6MV với nhóm kế hoạch 10FFF có sự khác biệt đáng kể ($p=0,02$).

Nhìn vào bảng đánh giá liều của ruột có thể thấy không có sự khác biệt ($p > 0,05$) tại giá trị liều cực đại, thể tích nhận liều 40Gy, 30Gy, 10Gy, 5Gy. Tuy nhiên, các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia

không có bộ lọc phẳng (6FFF, 10FFF) thì cho thể tích nhận liều 20Gy thấp hơn đáng kể so với các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia có bộ lọc phẳng (6MV, 10MV) ($p=0,01$ và $p=0,02$).

Thể tích của trực tràng phần lớn thường được PTV bao phủ, điều này làm cho các thể tích nhận liều thấp ở trực tràng là tương đối giống nhau ở các nhóm kế hoạch. Liều cực đại tại trực tràng và sigma đều nằm trong ngưỡng cho phép của kế hoạch.

Đánh giá phân bố liều trên tủy xương, thể tích nhận liều 40Gy, 30Gy giảm đi đáng kể và có ý nghĩa thống kê ($p=0,032$ và $p=0,012$) khi so sánh giữa nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6MV với 2 nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 10MV và 10FFF. Tại vùng liều càng thấp thể tích nhận liều 10Gy và 5Gy sự thay đổi này càng đáng kể ($p < 0,05$).

Phần mô lành còn lại - NT (Normal Tissue) là phần thể tích cơ thể còn lại sau khi đã trừ đi thể tích điều trị PTV và thể tích các cơ quan lành OARs. Liều trung bình của NT có sự khác biệt rõ rệt khi so sánh 4 nhóm kế hoạch (p=0,00). Phần thể tích nhận liều 30Gy, 20Gy, 10Gy, 5Gy, 2Gy, 1Gy cũng cho sự thay

đổi có ý nghĩa ở 4 nhóm kế hoạch được thể hiện trong Bảng 3. Thể tích nhận liều thấp hơn 30Gy của các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6FFF, 10MV, 10FFF thấp hơn so với nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6MV.

Bảng 3. So sánh liều trên các tổ chức nguy cấp giữa các nhóm kế hoạch VMAT sử dụng chùm tia 6MV, 6FFF, 10MV, 10FFF

Bảng quang							
	6MV	6FFF	10MV	10FFF	p1	p2	p3
Dmax (cGy)	4664,44 ± 77,23	4680,21 ± 74,47	4660,39 ± 80,27	4688,98 ± 78,51	0,218	0,781	0,087
V40Gy (%)	58,83 ± 11,49	58,87 ± 11,43	58,05 ± 11,40	58,24 ± 11,25	0,898	0,247	0,308
V30Gy (%)	82,71 ± 10,26	81,8 ± 9,57	81,33 ± 9,19	78,97 ± 9,04	0,103	0,151	0,020
V20Gy (%)	97,64 ± 3,44	96,53 ± 4,60	97,76 ± 3,71	95,86 ± 4,42	0,117	0,675	0,071
Ruột							
Dmax (cGy)	4672,97 ± 68,25	4685,93 ± 82,41	4664,24 ± 57,46	4684,27 ± 70,58	0,470	0,564	0,293
V40Gy (%)	17,23 ± 7,82	17,36 ± 7,91	17,77 ± 8,32	17,90 ± 8,36	0,483	0,293	0,152
V30Gy (%)	35,07 ± 13,24	34,12 ± 12,87	35,52 ± 13,75	35,38 ± 14,21	0,127	0,563	0,687
V20Gy (%)	60,83 ± 13,89	58,64 ± 13,66	60,9 ± 14,38	58,27 ± 13,81	0,010	0,931	0,020
V10Gy (%)	84,69 ± 10,60	83,84 ± 10,22	84,74 ± 10,87	84,45 ± 10,06	0,120	0,823	0,484
V5Gy (%)	93,26 ± 6,96	92,63 ± 7,60	92,91 ± 7,32	92,89 ± 7,14	0,490	0,113	0,069
Trực tràng							
Dmax (cGy)	4639,27 ± 79,41	4642,25 ± 62,74	4631,01 ± 52,73	4612,31 ± 41,77	0,857	0,703	0,192
V40Gy (%)	88,60 ± 6,06	88,19 ± 6,45	89,10 ± 6,10	88,50 ± 6,80	0,068	0,025	0,779
V30Gy (%)	96,04 ± 4,92	96,07 ± 4,92	95,81 ± 5,12	96,09 ± 4,91	0,685	0,232	0,644
V20Gy (%)	97,56 ± 3,51	97,58 ± 3,50	97,31 ± 3,75	97,66 ± 3,46	0,726	0,183	0,513

Sig-ma							
Dmax (cGy)	4646,60 ± 51,66	4659,85 ± 59,24	4649,95 ± 55,61	4675,84 ± 37,09	0,336	0,640	0,048
Tủy xương							
Dmax (cGy)	4661,63 ± 71,53	4685,01 ± 51,56	4663,77 ± 60,47	4683,59 ± 50,74	0,192	0,912	0,363
V40Gy (%)	23,69 ± 1,95	23,1 ± 1,79	24,49 ± 2,24	23,51 ± 1,97	0,157	0,032	0,731
V30Gy (%)	47,53 ± 2,99	45,53 ± 2,71	47,64 ± 2,97	46,18 ± 2,9	0,012	0,870	0,150
V20Gy (%)	71,26 ± 1,98	69,56 ± 3,35	70,31 ± 2,14	67,82 ± 2,90	0,085	0,127	0,012
V10Gy (%)	91,43 ± 2,23	90,17 ± 3,1	90,8 ± 2,51	88,6 ± 3,70	0,023	0,093	0,008
V5Gy (%)	95,37 ± 1,84	94,83 ± 1,88	95,06 ± 1,88	94,65 ± 1,78	0,046	0,006	0,021
Mô lành còn lại (NT)							
Dmax (cGy)	4604,31 ± 47,61	4616,29 ± 60,22	4596,39 ± 56,16	4614,42 ± 105,84	0,337	0,381	0,714
Dmean (cGy)	794,06 ± 204,14	771,53 ± 197,47	775,06 ± 205,01	753,03 ± 185,27	0,000	0,000	0,001
V40Gy (%)	1,087 ± 0,33	1,103 ± 0,30	1,163 ± 0,38	1,16 ± 0,41	0,548	0,162	0,074
V30Gy (%)	4,60 ± 1,53	4,61 ± 1,53	4,71 ± 1,55	4,77 ± 1,48	0,780	0,012	0,008
V20Gy (%)	15,24 ± 4,6	14,59 ± 4,42	14,66 ± 4,63	13,8 ± 3,65	0,006	0,000	0,005
V10Gy (%)	32,88 ± 8,65	31,83 ± 8,31	32,22 ± 8,73	30,85 ± 7,82	0,001	0,007	0,001
V5Gy (%)	39,62 ± 10,16	39,10 ± 9,99	38,38 ± 10,05	38,20 ± 9,87	0,000	0,032	0,035
V2Gy (%)	48,44 ± 11,95	47,24 ± 11,60	46,94 ± 11,64	46,41 ± 11,35	0,000	0,000	0,000
V1Gy (%)	57,39 ± 13,48	55,85 ± 13,10	54,29 ± 13,08	53,00 ± 12,46	0,000	0,000	0,000

p1 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 6FFF, đại diện cho sự ảnh hưởng của bộ lọc phẳng;

p2 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 10MV, đại diện cho sự ảnh hưởng của năng lượng;

p3 là giá trị khi so sánh nhóm kế hoạch 6MV và 10FFF, đại diện cho sự ảnh hưởng của cả năng lượng và bộ lọc phẳng.

3.3. So sánh số MU phát ra và thời gian phát tia

Bảng 4 thể hiện sự khác biệt về số MU phát ra và thời gian phát tia theo lý thuyết (đã quy đổi đơn vị phút thành giây) khi so sánh giữa các nhóm kế hoạch sử dụng các chùm tia khác nhau. Tất cả sự khác biệt ở các giá trị này đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 4. So sánh số MU và thời gian phát tia giữa các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6MV, 6FFF, 10MV, 10FFF

	6MV	6FFF	10MV	10FFF	p1	p2	p3
MU	803,14 ± 103,09	1027,87 ± 128,13	737,88 ± 71,34	1141,22 ± 159,30	0,000	0,006	0,000
BOT (giây)	96,38 ± 12,36	51,39 ± 6,41	88,55 ± 8,56	34,24 ± 4,78	0,000	0,006	0,000

4. Bàn luận

Nghiên cứu thực hiện khảo sát, đánh giá sự phân bố liều lượng tới các vùng thể tích giữa chùm tia photon có bộ lọc phẳng và không có bộ lọc phẳng ở mức năng lượng 6MV và 10MV cho kế hoạch VMAT của bệnh nhân ung thư cổ tử cung. Qua phân tích thấy rằng giá trị liều cực đại, liều trung bình, liều cực tiểu của thể tích điều trị khi so sánh giữa các nhóm kế hoạch có không có sự thay đổi đáng kể ($p = 0,05$). Tuy nhiên, có sự thay đổi ở chỉ số CI, HI khi so sánh giữa nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia 6MV và 10MV ($p < 0,05$). Điều này cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Kumar và cộng sự, năm 2017 [6].

Các tổ chức nguy cấp như bàng quang, ruột, trực tràng, sigma, tủy xương đều có giá trị liều cực đại ít thay đổi khi so sánh giữa 4 nhóm kế hoạch. Giá trị thể tích nhận liều 5Gy và 10Gy của tủy xương, giá trị thể tích nhận liều 40Gy của bàng quang, giá trị thể tích nhận liều 20Gy của ruột thấp hơn đáng kể ở các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng (6FFF và 10FFF). Ảnh hưởng của liều thấp tại bàng quang và trực tràng đã được Boice và cộng sự [8] nghiên cứu và chỉ ra rằng thể tích nhận liều 30Gy của bàng quang cao làm tăng nguy cơ ung thư thứ phát tại bàng quang.

Sự khác biệt tại vùng NT khi đánh giá thể tích nhận liều thấp cũng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Liều trung bình của vùng này ở nhóm sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng thấp hơn so với kế hoạch sử dụng chùm tia có bộ lọc phẳng. Các thể tích nhận

liều thấp như 1Gy, 2Gy, 5Gy, 10Gy, 20Gy ở nhóm sử dụng chùm tia FFF cũng thấp hơn so với nhóm còn lại. Điều tương tự cũng được thể hiện trong nghiên cứu của Kalit Kumar và cộng sự [6] cũng cho thấy thể tích nhận liều thấp khi sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng là tốt hơn. Việc này cũng có thể được lý giải bởi đặc tính của các chùm tia FFF là giảm dòng dò và tán xạ ngoài trường chiếu nên liều lượng vùng bên ngoài thể tích điều trị sẽ giảm đi đáng kể.

Nghiên cứu chỉ ra rằng số lượng MU phát ra lớn hơn khi kế hoạch sử dụng chùm tia FFF với cùng năng lượng nhưng lại cho thời gian phát tia thấp hơn hẳn các kế hoạch sử dụng chùm tia FF. Nguyên nhân do suất liều vượt trội của chùm tia FFF, lớn hơn nhiều lần suất liều của chùm tia FF. Nghiên cứu của Kim và cộng sự năm 2013 [7] cũng chỉ ra số MU khi sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng tăng nhưng thời gian phát tia BOT lại giảm đáng kể. Điều này cũng tương tự như trong nghiên cứu của Fuli Zhang cộng sự năm 2016 [5] cũng chỉ ra thời gian phát tia giảm 11% khi sử dụng 6FFF và 16% khi sử dụng 10FFF. Sự giảm thời gian này đồng nghĩa với việc bệnh nhân sẽ giảm thời gian nằm trên bàn điều trị trong quá trình phát tia điều trị. Điều này đóng góp ý nghĩa đáng kể tới kết quả điều trị bệnh nhân, đặc biệt là đối với bệnh nhân có vấn đề về vận động, khó nằm lâu ở một tư thế nhất định.

5. Kết luận

Kế hoạch xạ trị VMAT cho ung thư cổ tử cung sử dụng các chùm tia 6MV, 10MV, 6FFF và 10FFF đều

đáp ứng được các tiêu chí đánh giá kế hoạch xây dựng theo hướng dẫn EMBRACE II. Các giá trị chỉ số đánh giá PTV là tương tự nhau. các nhóm kế hoạch sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng (6FFF và 10FFF) cho các thông số tốt hơn khi đánh giá thể tích nhận liều thấp. Việc giảm thời gian điều trị là một lợi thế đáng chú ý khi sử dụng chùm tia không có bộ lọc phẳng, nhất là cho các trung tâm có số lượng bệnh nhân điều trị lớn như Bệnh viện K.

Tài liệu tham khảo

1. Cashmore J, Ramtohul M, Ford D (2011) *Lowering whole-body doses in pediatric intensity-modulated radiotherapy through the use of unflattened photon beams*. Int J Radiat Oncol Biol Phys 80(4): 1220-1227.
2. Söderström S, Eklöf A, Brahme A (1999) *Aspects on the optimal photon beam energy for radiation therapy*. Acta Oncol 38: 179-187.
3. Pasler M, Georg D, Wirtz H et al (2011) *Effect of Photon-Beam Energy on VMAT and IMRT treatment plan quality and dosimetric accuracy for advanced prostate cancer*. Strahlenther Onkol 187: 792-798. <https://doi.org/10.1007/s00066-011-1150-0>.
4. Ronaldson JP, Bennett H, Roberts J et al (2020) *A dosimetric comparison of flattening filter free and conventional VMAT treatments for some common cancer sites*. Phys Eng Sci Med 43: 719-725. <https://doi.org/10.1007/s13246-020-00877-0>.
5. Fuli Zhang, Huayong Jiang, Weidong Xu et al (2016) *A dosimetric evaluation of flattening filter-free volumetric modulated arc therapy for postoperative treatment of cervical cancer*. Oncology and Translational Medicine, DOI 10.1007/s10330-016-0154-8.
6. Kumar L, Yadav G, Samuvel KR, Bhushan M, Kumar P, Suhail M, Pal M (2017) *Dosimetric influence of filtered and flattening filter free photon beam on rapid arc (RA) radiotherapy planning in case of cervix carcinoma*. Rep Pract Oncol Radiother 22(1): 10-18. doi: 10.1016/j.rpor.2016.09.010. Epub. PMID: 27790073; PMCID: PMC5071547.
7. Kim DI, Kim JI, Yoo SH, Park JM (2013) *Study on monitoring unit efficiency of flattening-filter free photon beam in association with tumor size and location*. J Radiat Protect 38.
8. Boice Jr JD, Day NE, Andersen A et al (1985) *Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An International collaboration among cancer registries*. J Natl Cancer Inst 74 (5): 955-975.
9. Kari Tanderup, Richard Pötter, Jacob Lindegaard, et al () *Image guided intensity modulated External beam radiochemotherapy and MRI based adaptive BRACHYtherapy in locally advanced CErvical cancer*. EMBRACE-II study protocol v.1.0.
10. Paddick MSI et al (2000) *Simple scoring ratio to index the conformity of radiosurgical treatment plans*. J. Med. Phys 93: 219-222.
11. MR Wu Q (2000) *Algorithms and functionality of an intensity modulated radiotherapy optimization system*. Radiat. Oncol 7.
12. Podgorsak EB (2012) *Chapter 06: External Photon Beam: Physical aspects*. Radiation Oncology Physics.
13. Atul Tyagi, Sanjay Supe, Man P Singh et al (2010) *A dosimetric analysis of 6MV versus 15MV photon energy plans for intensity modulated radiation therapy (IMRT) of carcinoma of cervix*. Reports of Practical Oncology and Radiotherapy 9.
14. Jin-Beom Chung, Kim JS, Kim IA, Lee JW, Tae Suk Suh et al (2013) *A dosimetric quality assessment of 6MV versus 15MV photon beam plans for prostate intensity modulated radiation therapy*. Published by Springer Verlag 01.