

BƯỚC ĐẦU TRIỂN KHAI KỸ THUẬT XẠ TRỊ ĐIỀU BIẾN LIỀU THEO THỂ TÍCH KHỐI U (VMAT) TẠI BỆNH VIỆN TRUNG ƯƠNG HUẾ

Lê Trọng Hùng¹, Phạm Nguyên Tường¹,
Nguyễn Thanh Ái¹, Nguyễn Văn Thành¹, Nguyễn Hữu Minh Tuấn¹

TÓM TẮT

Xạ trị điều biến liều lượng theo hình thái khối u (VMAT) là một kỹ thuật hiện đại trong thực hành lâm sàng. Kỹ thuật VMAT đã được thừa nhận rộng rãi là có thể thực hiện trên những máy gia tốc được trang bị hệ thống collimator đa lá (MLC). Với kỹ thuật này, hàng loạt các trường chiếu nhỏ được hình thành từ mỗi cung quay của thân máy và độ mở của MLC. Các mô hình liều lượng (cường độ) phức hợp, các trọng số tương đối của liều lượng trong từng trường chiếu nguyên tố sẽ được tối ưu hoá trên mỗi góc quay của thân máy và độ mở của MLC.

Tại Bệnh viện TW Huế, một trong hai máy xạ trị gia tốc được trang bị hệ thống collimator đa lá. Từ tháng 5- 2015, chúng tôi đã tiến hành điều trị một số loại bệnh ung thư bằng kỹ thuật VMAT. Nói chung, kết quả khảo sát đánh giá trên 3 hình ảnh trục giao axial, coronal, sagittal và trên biểu đồ thể tích liều lượng (DVH) là rất tối ưu. Để khẳng định độ chính xác của kỹ thuật VMAT và sự hợp lý của phân bố liều lượng tại thể tích bia (TV) cũng như liều lượng tại các tổ chức lành liền kề (OAR), chúng tôi đã tiến hành chụp Cone beam CT để kiểm tra hình ảnh và đo kiểm tra liều lượng kế hoạch đã được lập, bằng thiết bị hướng dẫn hình ảnh XVI hay IviewGT và phần mềm verisoft, hệ thống phantom chuyên dụng, buồng đo OCTAVIUS. Kết quả thật đáng khích lệ. Sai số liều lượng giữa lập kế hoạch, máy phát tia là 0,1% - 5%.

Từ khóa: Xạ trị điều biến liều lượng theo hình thái khối u

ABSTRACT

INITIAL PERFORM OF VOLUMETRIC MODULATED ARC THERAPY (VMAT) AT HUE CENTRAL HOSPITAL

Le Trong Hung¹, Pham Nguyen Tuong¹,
Nguyen Thanh Ai¹, Nguyen Van Thanh¹, Nguyen Huu Minh Tuan¹

Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) is an advanced technique in clinical radiation oncology practice. VMAT has been made possible by the availability of multileaf collimator (MLC). With this technique, series of small field shapes are created from each arc of rotation gantry and the MLC aperture. The dose pattern (intensity) complex, the relative weight of the dosage in each projection element will be optimized on each rotation of the gantry and the MLC aperture.

At Hue Central Hospital, one MLC LINAC machine is available. From May 2015, we have implemented VMAT technique for some of cancer cases. Generally, the result evaluated on three images axial, coronal, sagittal and dose volume histogram (DVH) were optimized. To confirm the accuracy of the VMAT technique and dose

1. TT Ung Bướu, Bệnh viện
Trung ương Huế

- Ngày nhận bài (received): 7/7/2015; Ngày phản biện (revised): 4/8/2015;
- Ngày đăng bài (Accepted): 24/8/2015
- Người phản biện:
- Người phản hồi (Corresponding author): Lê Trọng Hùng
- Email: hunghue73@gmail.com; ĐT: 0914.019.462

Bước đầu triển khai kỹ thuật xạ trị điều biến liều theo thể tích khối u...

reasonable distribution of doses in target volume (TV), as well as dosage in organs at risk (OAR), Cone beam CT has been taken to check the images and the absolute dose measurement plan has been established, with XVI or IviewGT image-guided devices, and verisoft dosimetry software, phantom dedicated system, Octavius chamber. The results are encouraging. Errors 0.1%- 5% between planning and treatment machine.

Key word: Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT)

I. TỔNG QUAN

Trong kỹ thuật VMAT, chùm tia được xoay quanh bệnh nhân với một cung, một vòng cung hay nhiều vòng cung nhằm tạo ra sự phân bố liều lượng theo hình thái khối u và giảm thiểu liều lượng đối với các tổ chức lành liên kề. Hình dạng và cường độ chùm tia thay đổi chính là thân máy xoay. Các chùm tia đến u với vô số góc khác nhau.

Kỹ thuật VMAT có khả năng tạo ra sự chênh lệch về liều lượng ngay trên mỗi góc quay của thân máy và độ mở của MLC. Để đạt tối đa liều lượng trên PTV và giảm thiểu liều lượng đối với các tổ chức lành liên kề, kỹ thuật VMAT được xem như một phương pháp tối ưu. Việc tối ưu hoá một kế hoạch điều trị là một quá trình trong đó hàng loạt các trường chiếu nhỏ được hình thành từ mỗi góc quay của thân máy và độ mở của MLC để tạo ra các mô hình liều lượng (cường độ) phức hợp. Thứ nhất, các trọng số tương đối của liều lượng trong các trường chiếu nguyên tố sẽ được làm tối ưu hoá trên mỗi góc độ quay của thân máy. Tiếp đến giới hạn của các miền liều lượng sẽ được biến đổi thành chuỗi các hình dạng chùm tia, còn gọi là độ mở của collimator. Và những giới hạn của liều lượng sẽ được tạo ra trong bước thứ hai này.

Tuỳ theo mức độ phức hợp của các vùng liều lượng được làm tối ưu hoá, chúng tôi sử dụng thân máy quay một cung hay nhiều cung. Những kết quả tính toán cho thấy rằng để tương đương với những vùng liều lượng mà hệ MLC tạo ra thì phải cần số lượng nhiều trường chiếu nguyên tố (segment). Thời gian phát tia tương ứng với số các segment [1].

Trong thực tế ứng dụng trên lâm sàng, chúng tôi đã tiến hành điều trị một số loại ung thư (vòm họng, amygdale, thanh quản, trực tràng, tuyến tiền liệt, cổ tử cung...) bằng kỹ thuật VMAT và so sánh kết quả của VMAT với 3-D CRT. Nói chung, kết quả khảo sát trên DVH cho thấy rằng liều được phân bố ở

PTV tối ưu và các tổ chức nguy cấp được bảo vệ tốt hơn.

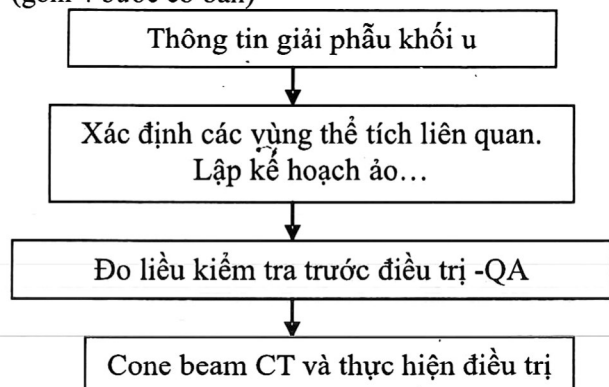
VMAT là một kỹ thuật sử dụng quy trình lập kế hoạch nghịch đảo mà ở đó, các hình dạng của trường nguyên tố và trọng số tương đối của liều lượng tại từng segment sẽ được làm tối ưu một cách tự động.

Sau khi lựa chọn các thông số về các góc chùm tia và điểm đồng tâm thì sự phân bố liều lượng cụ thể của các chùm tia nguyên tố tương ứng sẽ được thực hiện qua phần mềm máy tính. Các thuật toán được thực hiện qua nguyên lý tích chập. Vì chuyển động của các MLC là liên tục nên có thể tạo ra những chùm tia với kích thước tuỳ ý. Quá trình tối ưu hoá được thực hiện một cách đồng thời và liên tục.

Sau mỗi vị trí của MLC thay đổi thì liều lượng sẽ được kiểm tra để xác định xem có thoả mãn với giới hạn của liều lượng được phát ra hay không. Để tránh trường hợp độ mở của MLC có kích thước quá nhỏ, chúng tôi thường chọn các giới hạn phù hợp.

Các kết quả tính toán cho từng bệnh nhân cụ thể sau đó sẽ phải qua bước đo liều kiểm tra trên phantom bằng phương pháp đo liều tuyệt đối với phần mềm verisoft, buồng ion hoá OCTAVIUS và phantom có cấu trúc vật chất tương đương mô.

Quy trình xạ trị điều biến liều theo thể tích (gồm 4 bước cơ bản)



Bước 1. Xác định thông tin giải phẫu khối u

Bệnh viện Trung ương Huế

Đầu tiên là sử dụng những công cụ cố định bệnh nhân. Việc định vị và cố định bệnh nhân trong kỹ thuật VMAT càng trở nên quan trọng hơn, bởi lẽ vị trí, tư thế của bệnh nhân liên quan đến sự chênh lệch liều lượng ngay trong thể tích u và giữa thể tích u với các tổ chức nguy cấp liền kề. Một khi bệnh nhân đã ở vị trí điều trị thì các thông tin giải phẫu yêu cầu giống như khi chụp CT mô phỏng. Việc cần làm tiếp theo là phác thảo cấu trúc giải phẫu, gồm (các) thể tích bia và các tổ chức liền kề.

Bước 2. Lập kế hoạch

Những thông số về khối u, về những giới hạn đường biên này sau đó sẽ được nạp vào hệ thống lập kế hoạch điều trị (TPS) để phác thảo theo yêu cầu về phân bố liều lượng tại thể tích bia và giới hạn liều lượng tại các tổ chức nguy cấp.

Lập kế hoạch nghịch đảo, máy tính sẽ xác định bằng cách nào đó để đạt được sự phân bố liều lượng một cách tối ưu nhất.

Truyền thông tin các dữ liệu đến hệ thống Mosaid, từ đây mọi thông tin của bệnh nhân được thiết lập rồi chuyển sang máy điều trị.

Bước 3. Đo liều kiểm tra trước điều trị

Khi một kế hoạch tối ưu hoá đã được hoàn thiện chúng tôi sẽ lập một kế hoạch QA trên bệnh nhân đó. Sau đó toàn bộ thông tin sẽ được chuyển đến phần mềm chuyên dụng verisoft. Việc kiểm tra liều lượng trước điều trị chúng tôi dùng buồng ion hoá để đo so sánh với những gì đã tính toán trong quy trình lập kế hoạch. Kết quả tính toán và đo phù hợp với nhau hoặc sai khác chỉ trong giới hạn 5% là chấp nhận được.

Bước 4. Cone Beam CT và thực hiện điều trị

Sau khi đo liều kiểm tra đã đạt được, tiến hành điều trị cho bệnh nhân. Trước khi điều trị, chúng tôi tiến hành chụp cone beam kiểm tra lại vị trí của bệnh nhân xem có trùng với vị trí lúc chụp CT mô phỏng ban đầu bởi thiết bị hướng dẫn hình ảnh XVI hay IviewGT [2].

II. CA BỆNH MINH HỌA

Nghiên cứu ca bệnh (case-study): Trong khuôn

khô báo cáo này, chúng tôi chọn một trường hợp ung thư trực tràng làm ví dụ minh họa cho kỹ thuật.

Với mỗi một bệnh nhân trước khi xạ trị chúng tôi tiến hành lập 2 kế hoạch:

+ Kế hoạch 3D CRT thường quy, 3 trường chiếu cố định G-0, G-90, G-270

+ Kế hoạch VMAT, thân máy quay 1 cung 360°.

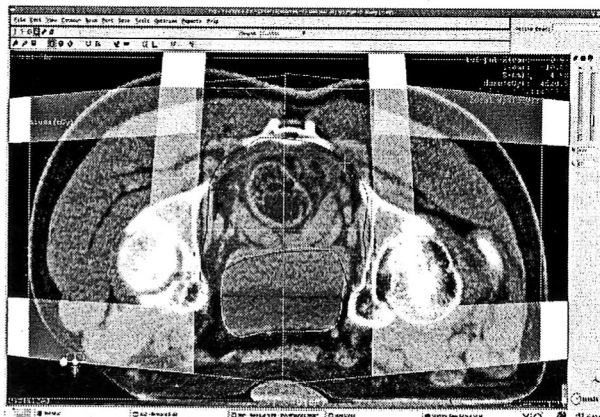
Bệnh nhân đã được phẫu thuật có chỉ định xạ trị hỗ trợ với liều chỉ định 45 Gy, phân liều 180cGy/ngày, 25 buổi chiếu. Trong quá trình lập kế hoạch phải đảm bảo đạt liều lượng tối ưu tại thể tích bia, đồng thời giảm liều chiếu các tổ chức lành xung quanh. Chúng tôi khảo sát đánh giá liều phân bố trên 3 hình ảnh trục giao axial, coronal, sagittal và bằng biểu đồ thể tích liều (DVH).

Cả 2 kế hoạch đều sử dụng kỹ thuật SAD (khoảng cách nguồn- trục) với chùm photon có mức năng lượng 10 MV.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

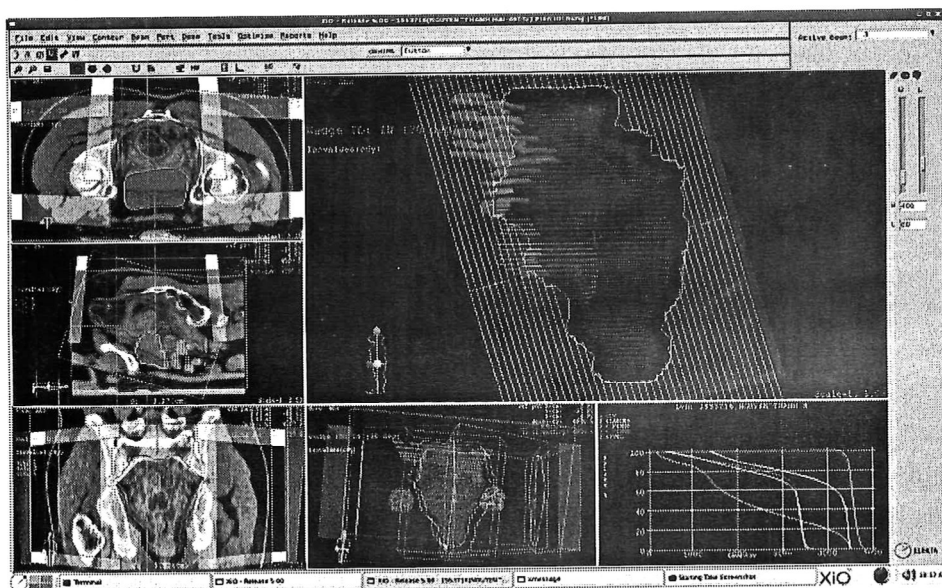
3.1. Kế hoạch 3D CRT thường quy

Ảnh tái tạo kỹ thuật số biểu diễn hướng các chùm tia đến cơ thể bệnh nhân được minh họa trong hình 1. Các vùng thể tích thể hiện qua màu sắc như sau: PTV(màu xanh da trời), CTV (màu hồng) bàng quang (màu vàng), ruột non (màu xanh lá mạ), đầu xương đùi P (màu cam), đầu xương đùi T (màu xanh lá cây). Thể tích chiếu xạ (TV) bao quanh PTV một khoảng cách 0.5cm.



Hình 1. Hướng đi trường chiếu xạ vào thể tích bia.

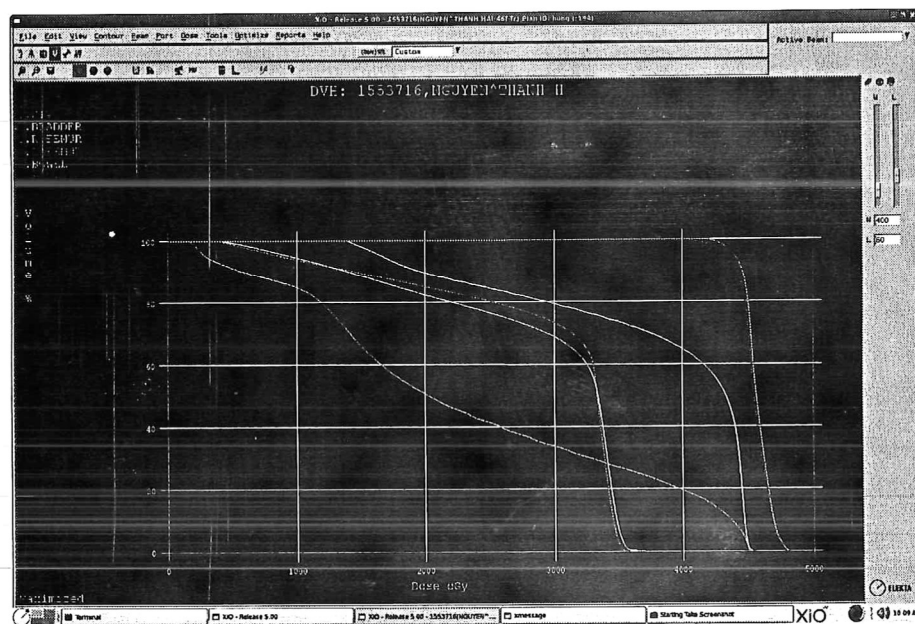
Bước đầu triển khai kỹ thuật xạ trị điều biến liều theo thể tích khối u...



Hình 2. Biểu diễn các đường cong đẳng liều.

Các ảnh axial, coronal, sagittal biểu diễn các đường cong đẳng liều trong hình 2. Điểm tính toán được chuẩn hóa tại trung tâm của trường chiếu. Trong cả 3 ảnh trục giao mặt phẳng ngang, mặt phẳng đứng dọc và mặt phẳng đứng ngang đường đồng liều 4270 cGy (đường cong được phủ màu xanh lá cây - 95% liều chỉ định) đã bao trùm toàn bộ PTV bảo đảm yêu cầu đặt ra là ít nhất cần đạt 95% liều được chỉ định vào thể tích chiếu

xạ. Điểm liều cao nhất (*hotspot*) có màu vàng là 105%, thỏa mãn giới hạn liều xạ vào nhân bia nằm giữa giới hạn -5% và +5% của liều được chỉ định tại điểm chuẩn tính toán. Trong kế hoạch xạ trị này, liều xạ vào các cơ quan nguy cấp lần lượt như sau: bàng quang 3782 cGy, ruột non 2337 cGy, đầu xương đùi T2929 cGy, đầu xương đùi P 2882 cGy. (Biểu đồ 1a).

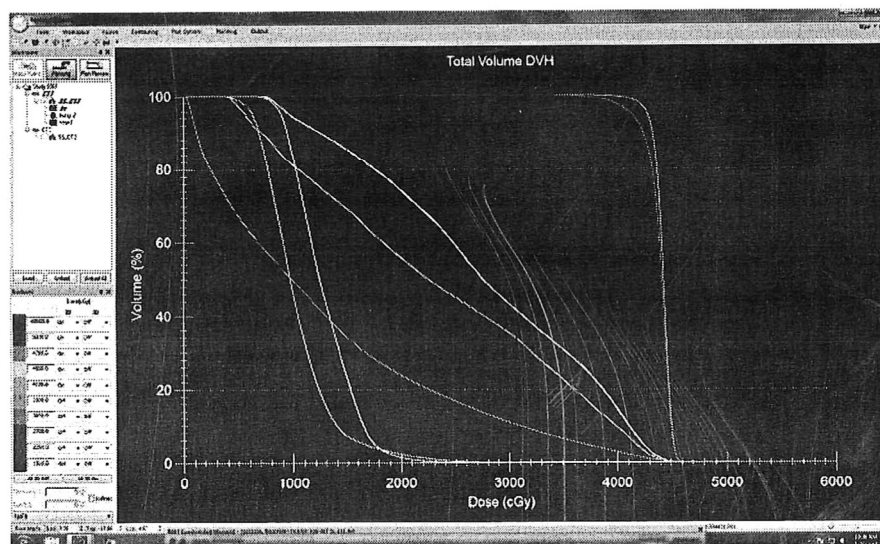


Biểu đồ 1a. DVH của kế hoạch 3D CRT thường quy

3.2. Kế hoạch VMAT

Kế hoạch VMAT tương tự liều chỉ định giống như kế hoạch trường chiếu cố định. Tuy nhiên lập kế hoạch nghịch đảo, công việc lập kế hoạch của kỹ sư vật lý mất nhiều thời gian hơn. Kết quả cho thấy

liều xạ vào các cơ quan nguy cấp như sau: bàng quang 3109 cGy, ruột non 2108cGy, đầu xương đùi T 1468 cGy, đầu xương đùi P 1584 cGy. Rõ ràng các tổ chức nguy cấp ở kế hoạch VMAT nhận liều xạ ít hơn so với Kế hoạch 3D CRT thường quy. (Biểu đồ 1b).



Biểu đồ 1b. DVH của kế hoạch VMAT



Hình 2. Đường đồng liều được thể hiện trên các mặt phẳng trực giao

Từ biểu đồ 1a biểu thị DVH của kế hoạch xạ trị 3D CRT thường quy, ta có bảng 1-tóm tắt liều khối ROIs (regions of interest) của kế hoạch xạ trị 3D CRT thường quy.

Cơ quan	Phần trăm(%)	Liều hấp thụ(cGy)	Trung bình(cGy)	D_{Pre} hoặc D_{gh} (cGy)
Bàng quang	100	1367	3782	4500
	50	4320		
	10	4467		

Bước đầu triển khai kỹ thuật xạ trị điều biến liều theo thể tích khối u...

Ruột non	100	152	2337	4500
	50	1995		
	10	4325		
Đầu xương đùi P	100	339	2882	4500
	50	3332		
	10	3470		
Đầu xương đùi T	100	334	2929	4500
	50	3326		
	10	3446		
CTV	100	4183	4562	4500
	50	4560		
	10	4687		
PTV	100	4090	4542	4500
	50	4544		
	10	4687		

Từ biểu đồ 1b biểu thị DVH của kế hoạch xạ trị VMAT, ta có bảng 2- tóm tắt liều khối ROIs (regions of interest) của kế hoạch xạ trị VMAT

Cơ quan	Phần trăm(%)	Liều hấp thụ(cGy)	Trung bình(cGy)	D_{Pre} hoặc D_{gh} (cGy)
Bàng quang	100	1425	3109	4500
	50	3083		
	10	4141		
Ruột non	100	718	2108	4500
	50	2743		
	10	3946		
Đầu xương đùi P	100	725	1584	4500
	50	1583		
	10	2014		
Đầu xương đùi T	100	529	1468	4500
	50	1388		
	10	2198		
CTV	100	4250	4550	4500
	50	4420		
	10	4550		
PTV	100	4133	4410	4500
	50	4420		
	10	4500		

Bệnh viện Trung ương Huế

Khảo sát bảng 1 và bảng 2 cho thấy, các tổ chức nguy cấp lân cận đều nhận một lượng liều xạ ở mức an toàn, thấp hơn liều giới hạn D_{gh} của chúng. Hơn thế nữa, trong kế hoạch VMAT các tổ chức nguy cấp nhận liều xạ thấp hơn so với kế hoạch xạ 3D CRT thường quy.

Bảng 3: So sánh liều hấp thụ các tổ chức nguy cấp của 2 kế hoạch

Kế hoạch \ Tổ chức Nguy cấp	Bàng quang (cGy)	Ruột non (cGy)	Đầu xương đùi P (cGy)	Đầu xương đùi T (cGy)
3D CRT	3782	2337	2882	2929
VMAT	3109	2108	1584	1468

Kỹ thuật VMAT máy phát xạ liên tục trong khi thân máy (và chùm tia) quay xung quanh bệnh nhân. Kỹ thuật VMAT hướng chùm tia đi qua vùng da và các tổ chức lành xung quanh tạo ra một vùng diện tích chiếu rộng nhưng liều xạ thấp, còn với kỹ thuật chiếu 3D CRT thì hướng chùm tia đi qua tạo ra vùng diện tích chiếu nhỏ nhưng phải nhận liều xạ cao.

IV. ĐO QA KIỂM TRA LIỀU KẾ HOẠCH

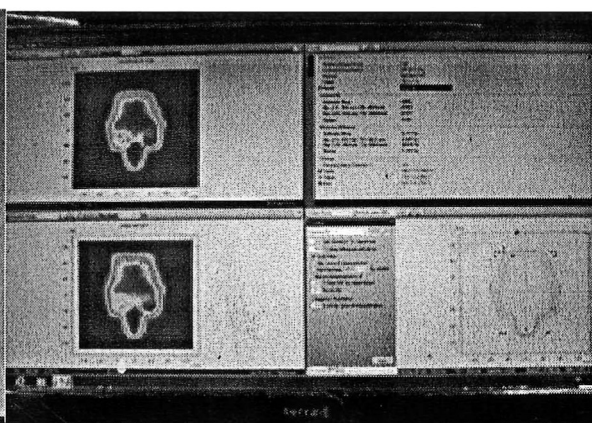
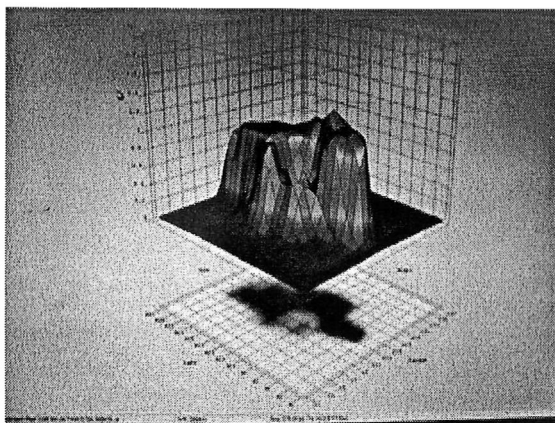
Các nhà xạ trị vẫn chỉ có thể quan tâm đến độ chính xác về mặt toán học của liều lượng mà thực chất không biết được liều lượng đó đi vào tổ chức

khối u như thế nào.

Đo kiểm tra liều trước khi điều trị là rất quan trọng, kết quả đo sẽ cho bác sĩ xạ trị biết được liều bệnh nhân nhận được có giống như khi làm kế hoạch điều trị hay không.

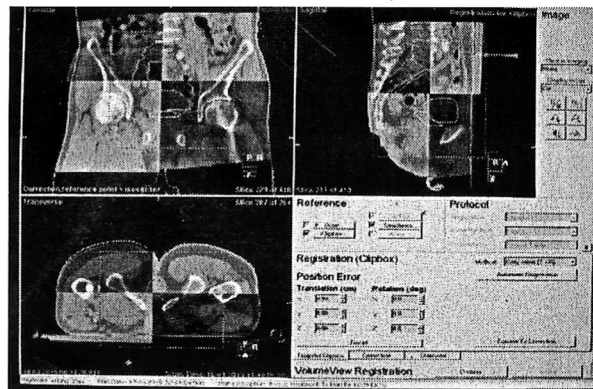
Chúng tôi sử dụng thiết bị đo OCTAVIUS, phantom có cấu trúc vật chất tương đương mô và phần mềm Verisoft để thực hiện phép đo.

Kết quả đo liều ở máy gia tốc phát ra đạt được 96,6% gần như liều trong kế hoạch đã được lập. Sai lệch giữa máy phát liều và kế hoạch được lập chỉ là 3,4%. Đây là kết quả rất lý tưởng.



V. CONE BEAM CT

Để xem xét vị trí bệnh nhân có giống như trong lúc chụp CT mô phỏng lập kế hoạch hay không, chúng tôi tiến hành làm cone beam CT trước điều trị. Sử dụng thiết bị hướng dẫn hình ảnh XVI hay là IviewGT để chụp kiểm tra, sau khi Bác sĩ hoàn tất kiểm tra mọi thông tin được chuyển lại phần mềm Mosaid. Tại đây mọi thông tin được kiểm tra và chuyển đến máy gia tốc để thực hiện điều trị.



Bước đầu triển khai kỹ thuật xạ trị điều biến liều theo thể tích khối u...

VI. KẾT LUẬN

Bước đầu nghiên cứu ứng dụng Kỹ thuật VMAT trong xạ trị một số bệnh ung thư, cho thấy kỹ thuật này có nhiều ưu nhược điểm sau:

- Kết quả điều trị vượt trội, đảm bảo đạt liều xạ dự kiến vào khối u, giảm liều cho các tổ chức lành xung quanh là hơn hẳn so với phương pháp xạ trị thông thường (3D CRT).

- Sai số giữa liều lượng tính toán và đo kiểm

tra luôn nằm trong giới hạn cho phép (Đạt trên 95%)

- Thời gian điều trị nhanh hơn tạo cho bệnh nhân cảm giác dễ chịu trong quá trình điều trị.

- An toàn và chính xác trong xạ trị.

- Cải thiện chất lượng sống tốt hơn cho bệnh nhân.

- Mất nhiều thời gian hơn trong việc lập kế hoạch xạ trị.

- Chi phí điều trị cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Emami B, Lyman J, Brown A, et al. (2009), Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 9, pp.109-122.
2. Hall EJ (2006), Intensity-modulated radiation therapy, protons, and the risk of second cancers, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 6, pp.1-7.