

VAI TRÒ CỘNG HƯỞNG TỪ TRONG LẬP KẾ HOẠCH XẠ TRỊ BỆNH LÝ U NÃO TẠI BỆNH VIỆN TRUNG ƯƠNG HUẾ

Lê Trọng Hùng¹, Phạm Nguyên Tường^{1*}, Phan Cảnh Duy¹,
Trần Khoa¹, Lê Thành Nguyên¹, Nguyễn Thị Hoàn¹

DOI: 10.38103/jcmhch.2021.67.4

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá vai trò của cộng hưởng từ (Magnetic Resonance Imaging - MRI) trong mô phỏng lập kế hoạch xạ trị cho bệnh lý u não tại Bệnh viện Trung Ương Huế, đánh giá sự tối ưu, lợi ích của vai trò MRI, các giá trị liều lượng mà u và các cơ quan lành nhận được.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu 38 bệnh nhân u não được chỉ định xạ trị có chụp cắt lớp vi tính (Computed Tomography-CT) 16 lát cắt Philips và cộng hưởng từ (MRI) 1.5 Tesla Philips tại Trung tâm Ung bướu - Bệnh viện Trung Ương Huế từ tháng 01/2018-07/2019. Lập kế hoạch xạ trị gia tốc bằng phần mềm XiO 5.10 đối với kỹ thuật xạ trị 3D-CRT (Three Dimensional - Conformal Radiation Therapy), và phần mềm Monaco 5.11 đối với các kỹ thuật xạ trị hình cung điều biến liều theo thể tích khối u (Volumetric Modulated Arc Therapy-VMAT), Xạ phẫu gồm SRS và SRT (Stereotactic radiosurgery, Stereotactic radiotherapy). Chụp Cone beam CT kiểm tra trước khi điều trị bởi thiết bị hướng dẫn hình ảnh XVI. Điều trị trên máy gia tốc AXESSE (Elekta).

Kết quả và bàn luận: 38 bệnh nhân có khối u ở não (u nguyên phát và u di căn) MRI giúp phát hiện thêm các tổn thương 39,5% và 55,3% phát hiện rõ ranh giới u, tất cả những thương tổn u mà CT rất khó phân biệt với mô lành và tổn thương phù não.

Kết luận: Ứng dụng hình ảnh MRI trong mô phỏng lập kế hoạch xạ trị gia tốc cho các bệnh lý u não giúp phát hiện và xác định kích thước, thể tích u tốt hơn so với CT mô phỏng. Từ đó sẽ làm thay đổi kế hoạch xạ trị đem lại kết quả điều trị tốt hơn và cải thiện chất lượng sống tốt hơn cho bệnh nhân

Từ khóa: Xạ trị hình cung điều biến liều theo thể tích khối u, Xạ phẫu, Cộng hưởng từ, Cắt lớp vi tính.

ABSTRACT

ROLE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN RADIOTHERAPY PLANNING FOR BRAIN TUMORS AT HUE CENTRAL HOSPITAL

Le Trong Hung¹, Pham Nguyen Tuong^{1*}, Phan Canh Duy¹,
Tran Khoa¹, Le Thanh Nguyen¹, Nguyen Thi Hoan¹

Objectives: Analyzing role of Magnetic Resonance Imaging (MRI) in radiotherapy simulation for brain tumors at Hue Central Hospital, evaluating optimization, benefits of MRI, dose values of tumor and organs at risk (OARs).

¹ Khoa xạ trị - Trung tâm Ung Bướu - Bệnh viện TW Huế.

- Ngày nhận bài (Received): 16/12/2020; Ngày phản biện (Revised): 09/01/2021;
- Ngày đăng bài (Accepted): 25/02/2021.
- Người phản hồi (Corresponding author): Phạm Nguyên Tường
- Email: phamnguyentuongbuhue@gmail.com; SĐT: 0913493432

Materials and methods: 38 radiotherapy were indicated brain tumor cases with Computed Tomography (CT) 16 scales and MRI 1.5 Tesla registration at Oncology center - Hue central hospital between January 2018 to July 2019. Radiotherapy plans were performed by XiO 5.10 software for Three Dimensional-Conformal Radiation Therapy (3D-CRT), Monaco 5.11 software for Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), Stereotactic radiosurgery, Stereotactic radiotherapy (SRS,SRT). Pre-treatment conebeam were performed by image-guide XVI. Treatment system was LINAC Elekta AXESSE.

Results and discussion: In 38 (primary and metastasis) brain tumors, MRI detected more lesions (39.5%) and tumor margin (55.3%) which was hard to differentiated in simulation CTscan

Conclusions: Application of MRI in radiotherapy simulation for brain tumors gave better detection and defining of sizes, volumes than simulation CTscan, optimised radiotherapy plans; therefore, improved patients' outcomes and quality of life.

Key words: Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), Stereotactic radiosurgery, Magnetic resonance imaging, Computed Tomography Scan.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

U não là nhóm bệnh lý ngày càng gặp nhiều trong lâm sàng, chiếm khoảng 10% các bệnh thần kinh và 5-8% trong tổng số các khối u của toàn cơ thể. Tại Mỹ tỷ lệ mắc bệnh chuẩn theo tuổi là 5,3/100.000 dân, trên 50% là các u tế bào đệm và ít nhất 2/3 trong số này có độ ác tính cao. Tại Việt Nam, theo ghi nhận ung thư ở Hà Nội và một số tỉnh giai đoạn 2001-2004, ung thư hệ thống thần kinh trung ương có tỷ lệ mắc chuẩn theo tuổi ở nam là 1.6/100.000 dân và 1.1/100.000 dân ở nữ. Điều trị u não đặc hiệu gồm phẫu thuật, tia xạ và hóa chất là các phương pháp điều trị căn bản

Xạ trị có vai trò quan trọng trong điều trị ung thư hệ thống thần kinh trung ương nguyên phát và cả khối u di căn từ cơ quan khác. Mục đích của xạ trị là chiếu một liều xạ thích hợp, tối đa theo chỉ định đến khối u đã được xác định, đồng thời hạn chế đến mức thấp nhất liều xạ cho các tổ chức lành xung quanh, nâng cao chất lượng sống và kéo dài đời sống cho bệnh nhân.

Để đạt được mục đích đó, việc xác định chính xác các đích điều trị và lập kế hoạch xạ trị là một công việc quan trọng nhất quyết định kết quả điều trị. Mô phỏng lập kế hoạch xạ trị bằng hình ảnh CT không thể giúp các nhà xạ trị xác định vị trí, ranh giới khối u (ranh giới tổn thương giữa khối u, tổ chức xung quanh). Nhờ hình ảnh MRI mới giúp các nhà xạ trị khắc phục được các yếu tố trên, từ đó giúp cho việc xạ trị chính xác vào tổ chức u, không bỏ sót tổn thương đồng thời tránh chiếu xạ vào các tổ chức

lành tính nhằm nâng cao hiệu quả điều trị cũng như giảm bớt các tác dụng phụ.

Bên cạnh đó cùng với sự phát triển của công nghệ đã tạo nên một cuộc cách mạng không chỉ trong chẩn đoán hình ảnh phóng xạ mà còn trong xạ trị, là phát minh chụp cắt lớp vi tính X-quang (CLVT). Chụp cắt lớp vi tính đã được đưa vào quy trình xạ trị vào cuối những năm 1970 và điều này dẫn đến kế hoạch điều trị bằng máy tính 3D, hiện là một công cụ tiêu chuẩn trong tất cả các khoa xạ trị. Kế hoạch điều trị dựa trên CLVT sau đó đã được bổ sung bằng hình ảnh cộng hưởng từ (MRI). Bằng cách kết hợp CT và MRI, và sử dụng hình ảnh đã đăng ký để mô phỏng lập kế hoạch xạ trị, giờ đây có thể đánh giá hình thái khối u chính xác hơn.

Tại bệnh viện Trung Ương Huế, máy xạ trị gia tốc được triển khai điều trị ung thư từ tháng 9 năm 2010, đã đưa máy xạ trị Elekta Axesse là máy xạ trị gia tốc thế hệ mới nhất để ứng dụng điều trị các khối u, đặc biệt là u não. Các phương tiện chẩn đoán hình ảnh tiên tiến được ứng dụng là CT, MRI, SPECT/CT, tuy nhiên tại bệnh viện Trung Ương Huế CT và MRI đã được dùng phổ biến trong xạ trị các khối u não.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu gồm 38 bệnh nhân u não, được chụp MRI sọ não và CT định vị trước khi lập

kế hoạch xạ trị trong thời gian từ 01/2018-07/2019.

Tiêu chuẩn chọn bệnh

- Bệnh nhân có chỉ định xạ trị u não.

Tiêu chuẩn loại trừ

- Bệnh nhân có chống chỉ định với MRI sọ não.
- Bệnh nhân có chống chỉ định chụp CT.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu

Chúng tôi tiến hành theo phương pháp mô tả cắt ngang.

Phương tiện nghiên cứu

Máy xạ trị gia tốc AXESSE Elekta

Máy cộng hưởng từ 1.5 Tesla Philips

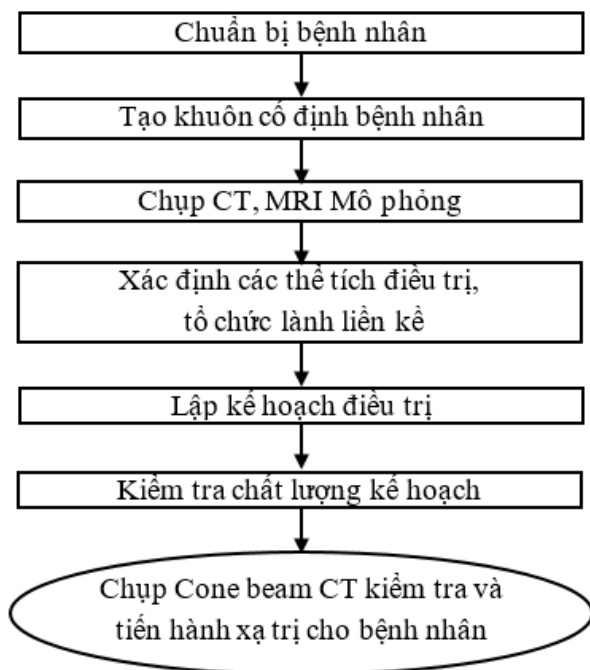
Máy cắt lớp vi tính 16 lát cắt Philips

Phần mềm lập kế hoạch điều trị XiO 5.10 và Monaco 5.11.

Thiết bị cố định bệnh nhân: Mặt nạ cố định 3 điểm, mặt nạ xạ phẫu...

Các bước tiến hành

Chuẩn bị bệnh nhân



Đánh giá trước điều trị:

Gồm khám lâm sàng, xét nghiệm giải phẫu bệnh, chụp CT định vị, chụp MRI trước khi tiến hành lập kế hoạch xạ trị cho bệnh nhân.

- Bệnh nhân được giải thích rõ về bệnh, hướng

điều trị và một số điều cần thiết khi xạ trị như:

+ Bệnh nhân phải nằm yên trong quá trình mô phỏng cũng như xạ trị.

- Tư thế bệnh nhân:

+ Đặt tư thế bệnh nhân nằm phải thẳng cả chiều y và chiều x.

Mô phỏng lập kế hoạch xạ trị:

- Làm mặt nạ nhiệt cố định vùng đầu, sử dụng bộ dụng cụ cố định chuyên dụng Fracxion, túi chân không tạo khuôn cố định vùng cằm, sử dụng vật liệu nha khoa để tạo khuôn răng hàm trên để cố định vùng sọ bằng bộ dụng cụ Mouth-bite (Kỹ thuật xạ SRS).

- Làm mặt nạ nhiệt 3 điểm cố định vùng đầu (Kỹ thuật xạ 3D-CRT và VMAT)

- Kỹ thuật viên cần đọc kỹ chẩn đoán và các yêu cầu của bác sĩ trước khi làm thiết bị cố định (vị trí, thiết bị sử dụng, các yêu cầu đặc biệt khác...)

- Chuẩn bị bệnh nhân:

+ Giải thích qui trình làm thiết bị cố định cho bệnh nhân.

+ Vị trí bệnh nhân phải đặt thẳng và cân bằng hai bên.

Chụp CT mô phỏng và MRI trước khi xạ trị

- Chú ý tái tạo lại tư thế thẳng và cân bằng như lúc làm mặt nạ.

- Lấy hết cơ thể bệnh nhân vùng cần xạ trị.

- Chụp CT định vị: cắt theo mặt phẳng Axial. Mặt phẳng và bề dày lát cắt: Cắt xoắn ốc pitch 1 với bề dày lát cắt 1/1mm; 3/3 mm, chụp có thuốc cản quang Ultravist. Chuyển hình ảnh CT mô phỏng đến hệ thống lập kế hoạch điều trị (TPS).

- Chụp MRI toàn bộ vùng sọ não đã chụp CT trước đó. Các lát cắt đầy đủ 3 mặt phẳng: trục (axial), dọc (sagittal) và vành (coronal). Bề dày lát cắt: 1/1mm; 3/3 mm. Chuyển hình ảnh MRI đến hệ thống lập kế hoạch điều trị (TPS).

Lập kế hoạch xạ trị

- Kết hợp với hình ảnh MRI để làm rõ tổn thương: tiến hành hòa ảnh và chồng chập ảnh để tham chiếu khi vẽ các thể tích bia và các cơ quan lành xung quanh.

- Bác sĩ tiến hành vẽ thể tích bia cần xạ trị (GTV,

Bệnh viện Trung ương Huế

CTV, PTV), các tổ chức nguy cấp liền kề trên hình ảnh MRI sau đó chuyển vào hình ảnh CT để lập kế hoạch.

- Lập kế hoạch xạ trị: Kỹ sư tiến hành lập kế hoạch xạ trị trên phần mềm MONACO 5.11 với kỹ thuật xạ trị SRS và VMAT. Phần mềm XiO 5.10 với kỹ thuật 3D- CRT. Lập kế hoạch xạ trị sao cho đạt liều chỉ định vào thể tích bia đồng thời giảm thiểu liều đến các tổ chức lành liền kề.

- Bác sỹ và kỹ sư sẽ cùng nhau phân tích và chọn lựa phương án tối ưu nhất theo khuyến cáo của Hiệp hội xạ trị Mỹ (RTOG). Kế hoạch được chấp nhận và thông qua thì sẽ chuyển đến hệ thống phần mềm

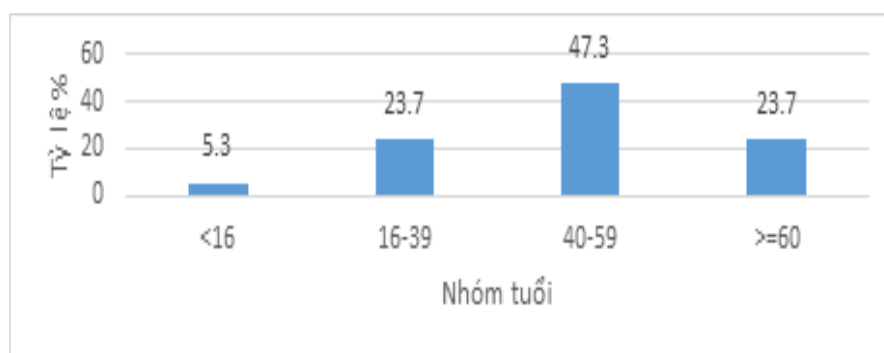
quản lý bệnh nhân Mosaiq. Tại đây mọi thông tin bệnh nhân sẽ được thiết lập rồi chuyển đến máy xạ trị gia tốc tiến hành điều trị(3D-CRT), tiến hành đo kiểm chuẩn liều thực của kế hoạch đã chọn trên máy gia tốc kế hoạch được phê duyệt cho điều trị khi chỉ số gamma đạt trên 95%(SRS,VMAT).

III. KẾT QUẢ

Hình ảnh u não trên CT và MRI

Đặc điểm chung

Tuổi

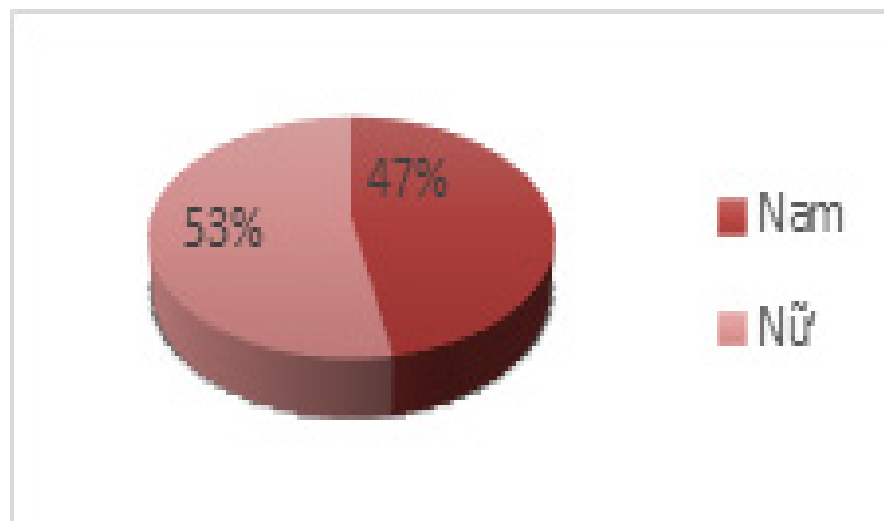


Biểu đồ 1: Phân bố bệnh nhân theo tuổi

Nhận xét:

- Tuổi trung bình: $47,3 \pm 16,27$
- Nhóm tuổi thường gặp nhất là 40-59 (47,3%)
- Tuổi nhỏ nhất: 8; lớn nhất là 76.

Giới



Biểu đồ 2: Phân bố bệnh nhân theo giới

Nhận xét: Tỷ số bệnh nhân nam/nữ = 0.9.

Đặc điểm hình ảnh u não trên CT định vị và MRI

Bảng 1: Tỷ lệ số lượng u não phát hiện trên CT định vị và MRI trước xạ trị.

Hiện diện khối u	Kỹ thuật (n=38)			
	CT		MRI	
	n	Tỷ lệ (%)	n	Tỷ lệ (%)
Không	15	39,5	0	0
Có	23	60,5	38	100
Tổng	38	100	38	100

Nhận xét: Hai phương pháp có mức độ đồng thuận thấp trong phát hiện số lượng khối U ($\kappa=0,035$). Kỹ thuật CT phát hiện được 23/38 trường hợp có khối U chiếm tỷ lệ 60,5% thấp hơn so với kỹ

thuật MRI với tỷ lệ phát hiện 100% ($P<0,001$). Từ đó sẽ thay đổi PTV xạ trị.

Bảng 2: Tỷ lệ ranh giới u não trên CT định vị và MRI

Ranh giới u	CT		MRI	
	n	Tỷ lệ (%)	n	Tỷ lệ (%)
Rõ	17	73.9	35	92,1
Không rõ	6	26.1	3	7,9
Tổng	23	100.0	38	100

Nhận xét:

- Khối u có ranh giới rõ ràng trên CT: 73,9%
- Khối u có ranh giới rõ ràng trên MRI: 92,1%;

Không bỏ sót tổn thương.

Bảng 3: Đối chiếu kích thước của u não trên MRI mô phỏng với CT mô phỏng

Bệnh nhân	Kích thước trên CT	Kích thước trên MRI	Chênh lệch kích thước
1	3.60	3.80	-0.020
2	3.00	2.20	0.80
3	3.90	3.60	0.30
4	2.80	3.10	-0.30
5	3.35	3.80	-0.45
6	2.30	1.50	0.80
7	7.20	6.50	0.70
8	1.80	5.50	-3.70
9	3.20	3.20	0.00
10	3.80	6.00	-2.20
11	5.00	4.00	1.00
12	3.70	3.20	0.50
13	2.20	2.20	0.00
14	3.60	3.20	0.40
15	6.30	5.40	0.90
16	2.70	3.00	-0.30
17	4.50	10.00	-5.50
18	5.80	6.20	-0.40
19	6.00	7.00	-1.00
20	5.00	5.70	-0.70
21	3.00	5.80	-2.80
22	2.00	3.60	-1,60
23	1.60	2.00	-0,40
Trung bình sự khác biệt			-0,62

Nhận xét: Sự khác biệt về kích thước của 2 phương pháp trung bình là -0,62 cm và dao động từ -1,31 cm đến 0,07 cm, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($t=-1,836$, $P=0,080$).

IV. BÀN LUẬN

Đặc điểm bệnh nhân

Tỷ lệ Nam: Nữ ~ 1:1. Tuổi trung bình: $47,3 \pm 16,2$, nhóm tuổi thường gặp nhất là 40-59 (47,3%), tuổi nhỏ nhất: 8, lớn nhất là 76.

Số lượng u não phát hiện trên CT định vị và MRI

Kết quả nghiên cứu chúng tôi có 39.5% (Bảng 1) trường hợp không phát hiện được u não trên CT trong khi trên MRI thấy tất cả các trường hợp u não bởi vì CT không quan sát tốt các tổn thương nhỏ, tổn thương có cùng tỷ trọng, do nhiễu của xương nên khó thấy hết các tổn thương vùng nền sọ, hố sau. MRI sẽ cho thấy rõ tương phản giữa các mô khác nhau, giữa mô lành tính và ác tính, tổn thương u, không u.

Ranh giới các khối u

Ranh giới khối u có ý nghĩa rất quan trọng, nó giúp ta định hướng tới khả năng lành tính hay ác tính của khối u. Giới hạn rõ là một dấu hiệu lành tính, chứng tỏ khối u có vỏ bọc, tách biệt giữa tổ chức u với nhu mô não bình thường. Trong nghiên cứu của chúng

tôi chiếm phần lớn là các u có ranh giới rõ trên MRI 92,1%; còn tỷ lệ khối u có ranh giới không rõ: 7.9%. Trên CT tỷ lệ này là 73,9% và 26,1%.

Trong nghiên cứu của chúng tôi kỹ thuật CT định vị phát hiện được 23/38 trường hợp có khối u, chiếm tỷ lệ 60,5% thấp hơn so với kỹ thuật MRI với tỷ lệ phát hiện 100% ($P < 0,001$). Kỹ thuật CT chỉ phát hiện được 22 trường hợp có số lượng 1 khối U, trong đó ở kỹ thuật MRI phát hiện được 37 trường hợp, sự khác biệt về tỷ lệ phát hiện này có ý nghĩa thống kê ($P < 0,001$). Cạnh đó, CT phát hiện 1 trường hợp có số lượng khối U là 2, MRI phát hiện 1 trường hợp có số lượng khối u là 3.

Dưới đây, chúng tôi xin trình bày một số ca lâm sàng mà nếu không có hình ảnh MRI mô phỏng thì sẽ gặp nhiều khó khăn cho việc lập kế hoạch xạ trị gia tốc.

Ca lâm sàng 1

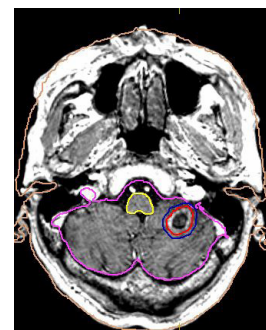
Bệnh nhân nam, 62 tuổi, chẩn đoán: Ung thư thực quản di căn não. Hướng điều trị: Xạ phẫu u não di căn, liều chỉ định 18Gy/1Fx.



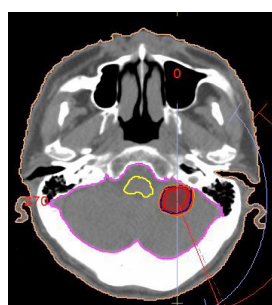
Hình 1: CT Không thấy u để lập kế hoạch xạ trị



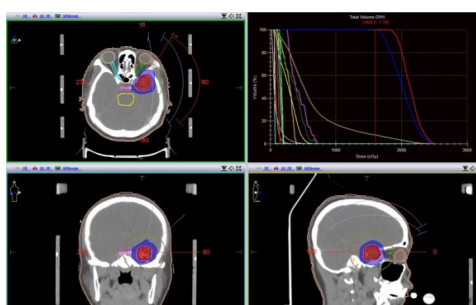
Hình 2: MRI Tổn thương u thấy rõ



Hình 3: MRI Dễ dàng xác định được PTV để lập kế hoạch xạ trị



Hình 4: CT Đường đồng liều 100% bao phủ PTV



Hình 5: DVH Thấy được PTV và OARs nhận liều chỉ định

Bảng 4: Tiêu chuẩn chấm điểm kế hoạch

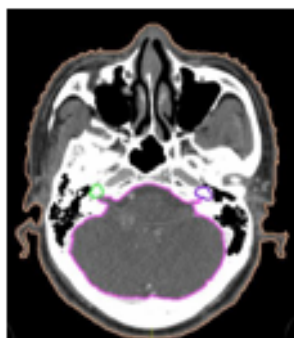
	Tiêu chuẩn 1	Tiêu chuẩn 2	Kết quả kế hoạch
Liều đồng nhất: (Liều cực đại chia liều chỉ định)	Không sai lệch: ≤ 2	>2 và ≤ 2.5	1.5
Liều phù hợp: (Liều chỉ định Thể tích 2cm chia thể tích PTV)	Không sai lệch: Giữa 1&2	>2 và ≤ 3.5	1.2
Bao phủ khối u	Không sai lệch: $V_{90\%} \geq 100$	$V_{80\%} \geq 100$	100%
Liều chỉ định chia liều cực đại	$>50\%$ & $< 90\%$		63%

Bảng 5: Liều giới hạn của các tổ chức lành

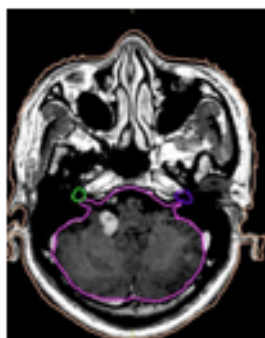
Tổ chức nguy cấp	Liều giới hạn		Kết quả kế hoạch
	Tiêu chuẩn 1	Tiêu chuẩn 2	
Thân não	Max ≤ 1250 cGy & $0,5cc < 1000$ cGy	Max 1500 cGy & $0,5cc < 1000$ cGy	48cGy – 0cc
Ốc tai T	Max < 900 cGy	Max < 1000 cGy	98cGy

Ca lâm sàng 2

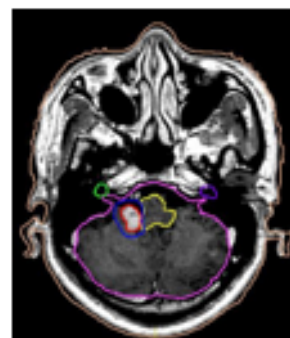
Bệnh nhân nam, 48 tuổi, chẩn đoán: Ung dây 8. Hướng điều trị: Xạ trị bằng kỹ thuật VMAT, liều chỉ định 5040 cGy/28Fx.



Hình 6: CT Thấy u nhưng không rõ để lập kế hoạch xạ trị



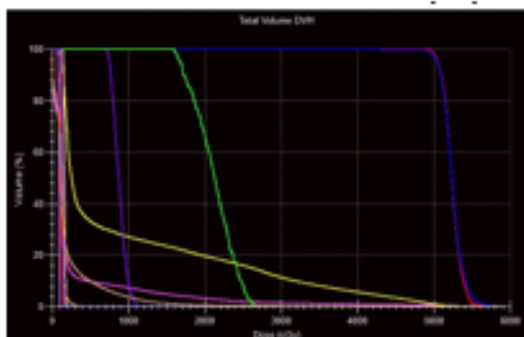
Hình 7: MRI Tổn thương u thấy rõ



Hình 8: MRI Dễ dàng xác định được PTV lập kế hoạch xạ trị



Hình 9: CT Đường đồng liều 95% bao phủ PTV



Hình 10: DVH Thấy được PTV và OARs nhận liều chỉ định

Bảng 6: Liều giới hạn của các tổ chức lành

Tổ chức nguy cấp	Liều giới hạn	Kết quả kế hoạch
Thân não	Max < 5400 cGy & V1% < 6000 cGy	5389 cGy
Ốc tai	V5% < 5500 cGy	2119 cGy

V. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu 38 bệnh nhân u não đã được chụp CT định vị và MRI trước xạ trị tại Bệnh viện Trung Ương Huế từ tháng 1/2018 đến 7/2019, chúng tôi rút ra kết luận như sau:

+ U có ranh giới rõ 73,9% trên CT định vị trong khi đó trên MRI là 92,1% .

+ U có đường kính từ 3cm trở lên chiếm 69,6 % trên CT định vị và 84,2% trên cộng hưởng từ.

+ MRI cũng phát hiện u não và mức độ phù

não cao hơn so với CT định vị. Qua đó thấy MRI ưu thế hơn CT định vị trong phát hiện và xác định kích thước, thể tích u.). Từ đó ứng dụng hình ảnh MRI vào CT định vị sẽ tối ưu hóa trong việc xác định thể tích bia, giúp xạ trị chính xác vào u, không bỏ sót tổn thương đồng thời tránh chiếu xạ vào tổ chức lành tính nhằm nâng cao hiệu quả điều trị cũng như giảm bớt các tác dụng phụ. Cải thiện chất lượng sống tốt hơn cho bệnh nhân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Chính Đại (2009), “ Xạ trị bệnh ung thư”, Ung thư học đại cương, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam, Hà Nội, trang 88 – 97.
2. Trần Lam Giang (2014), “ Ứng dụng cắt lớp vi tính trong lập kế hoạch xạ trị ung thư biểu mô mũi họng”, Luận văn thạc sỹ y học, Trường ĐH Y dược Huế.
3. Phạm Ngọc Hoa, Nguyễn Thị Thanh Thiên (2009), “Nghiên cứu đặc điểm hình ảnh cộng hưởng từ của u bao dây thần kinh VIII và u màng não vùng góc cầu tiểu não”, Y học TP. Hồ Chí Minh, 13 (1), tr. 252-258.
4. Mai Trọng Khoa (2010), “ Đánh giá kết quả điều trị 1200 bệnh nhân u não và bệnh lý sọ não bằng phương pháp xạ phẫu dao Gamma quay tại trung tâm y học hạt nhân và ung bướu bệnh viện Bạch Mai”, Y học TP. Hồ Chí Minh, 14 (4), tr.604-614.
5. Phạm Nguyên Tường (2014), Một số vấn đề cơ bản trong thực hành xạ trị ung thư, Nhà xuất bản Đại học Huế, trang 1 – 48.
6. Bagri P. K. et al (2015), “Addition of magnetic resonance imaging to computed tomography-based three-dimensional conformal radiotherapy planning for postoperative treatment of astrocytomas: Changes in tumor volume and isocenter shift”, South Asian J Cancer, 4(1), pp. 18–20.
7. Datta N. R. et al (2008), “Implications of contrast-enhanced CT-based and MRI-based target volume delineations in radiotherapy treatment planning for brain tumors”, J Cancer Res Ther, 4, pp. 9-13.
8. Ekici M. A et al (2011), “Analysis of the Mortality Probability of Preoperative MRI Features in Malignant Astrocytomas”, Turkish Neurosurgery, 21(3), pp.271-279.
9. Fink K. R., Fink J. R. (2013), “Imaging of brain metastases”, Surgical Neurology International, 4 (4), pp. S209-219.
10. Emami B, Lyman J, Brown A, et al.: Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation, Int J Radiat Oncol Biol Phys 2009, p.109-122.
11. Metcalfe P. (2013), “The Potential for an Enhanced Role For MRI in Radiation-therapy Treatment Planning”, Technology in Cancer Research and Treatment, 12 (5), pp. 429-446.