

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT PET/CT MÔ PHỎNG LẬP KẾ HOẠCH XẠ TRỊ UNG THƯ TẠI BỆNH VIỆN BẠCH MAI

*GS.TS. Mai Trọng Khoa, TS.BS. Vũ Hữu Khiêm, PGS.TS. Trần Đình Hà, PGS.TS. Phạm Cẩm Phương, TS.BS. Trần Hải Bình, TS.BS. Phạm Văn Thái, TS.BS. Nguyễn Quang Hùng, PGS.TS. Lê Chính Đại và CS
Trung tâm Y học hạt nhân và Ung bướu, Bệnh viện Bạch Mai*

TÓM TẮT

Trong ung thư, việc xác định chính xác các đích xạ trị luôn là mục tiêu số một quyết định kết quả điều trị. CT mô phỏng cho phép xác định các tổn thương tương đối chính xác tuy nhiên vẫn còn hạn chế trong một số trường hợp. PET/CT ra đời là sự kết hợp hình ảnh giải phẫu do CT cung cấp và hình ảnh chuyển hoá ở mức độ phân tử do PET cung cấp, có độ nhạy, độ đặc hiệu, độ chính xác cũng như cho phép xác định sớm các tổn thương cao hơn hẳn so với CT đơn thuần. Do vậy, việc ứng dụng hình ảnh PET/CT để lập kế hoạch xạ trị sẽ chính xác và cho kết quả tốt hơn CT mô phỏng.

Mục tiêu

Xây dựng quy trình kỹ thuật xạ trị gia tốc với PET/CT mô phỏng và đánh giá kết quả ban đầu một số bệnh ung thư được điều trị bằng kỹ thuật này.

Đối tượng và phương pháp

245 bệnh nhân được chẩn đoán xác định là ung thư có chỉ định xạ trị và được tiến hành chụp PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc bằng kỹ thuật 3D hoặc IMRT. Xác định thể tích khối u sinh học (BTV hay GTV-PET) dựa vào ngưỡng hấp thụ $SUV \geq 2,5$.

Kết quả nghiên cứu

PET/CT giúp phát hiện thêm các tổn thương ở 29,8% các trường hợp; tất cả những tổn thương u mà CT đơn thuần rất khó phân biệt với mô lành, tổ chức nhu mô xẹp thì PET/CT xác định, phân biệt rõ ràng. Tỷ lệ đáp ứng sau điều trị cao, trong đó đáp ứng hoàn toàn và đáp ứng một phần đối với K vòm, thanh quản, hạ họng, phổi, thực quản, trực tràng lần lượt là: 91,9%, 8,1%; 52,4%, 38,0%; 57,1%, 35,7%; 40,3%, 45,2%; 37,5%, 41,2%; 72,2%, 27,8%.

Kết luận

Ứng dụng kỹ thuật PET/CT mô phỏng lập kế hoạch xạ trị gia tốc giúp xác định sớm, chính xác các tổn thương và cho kết quả điều trị tốt.

Từ khóa: *PET/CT mô phỏng, lập kế hoạch xạ trị*

Abstract: *Application of PET/CT simulation for radiotherapy planning at the Bach Mai hospital.*

GS.TS. Mai Trọng Khoa, TS.BS. Vũ Hữu Khiêm, PGS.TS. Trần Đình Hà, PGS.TS. Phạm Cẩm Phương, TS.BS. Trần Hải Bình, TS.BS. Phạm Văn Thái, TS.BS. Nguyễn Quang Hùng, PGS.TS. Lê Chính Đại và CS

Background: In radiation oncology, delineation of tumor volume is the first goal in which oncologists are interested because any miss in tumor volume delineation will lead to tumor underdosage. Radiation planning with CT simulator is good but sometimes unclear and unexact. PET/CT is a hybrid of CT and PET to identify tumor more accurately, earlier than CT alone. The accurate and early determination of lesions will help radiation planning better. **Goals:** To build the technical process of radiation planning with PET/CT simulation and preliminary results of this technique. **Patients and Method:** 245 cancer patients were treated by radiation therapy. These patients were conducted with PET/CT simulation to plan 3D CRT (three dimensions radiation therapy) or IMRT (Intensity modulated radiation therapy) in the Nuclear Medicine and Oncology Center of Bachmai Hospital. Delineation in GTV-PET or BTV (Biological target volume) was based on SUV (Standard uptake volume) threshold of 2,5 and visual interpretation by the radiation oncologists and nuclear medicine physicians. **Results:** PET/CT found additional lesions (29.8%) that CT missed, especially in the involvements of small regional lymph nodes. In all cases the difference between tumor and benign tissue or atelectasis could not be visualised on

CT but clearly revealed on PET/CT. High and complete respond and partial respond rates for nasopharynx cancer, laryngeal cancer, hypopharynx cancer, lung cancer, esophageal cancer, rectal cancer were found to be 91.9%, 8.1%; 52.4%, 38.0%; 57.1%, 35.7%; 40.3%, 45.2%; 37.5%, 41.2%; 72.2%, 27.8%, respectively. **Conclusion:** Application of PET/CT simulation significantly improves radiation planning as well as treatment results.

Key word: *PET/CT simulation, radiotherapy planning*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ung thư là một bệnh lý thường gặp và là một trong những nguyên vong gây tử vong hàng đầu ở Việt Nam cũng như trên toàn thế giới. Việc chẩn đoán và điều trị ung thư vẫn là những vấn đề mà cả thế giới luôn quan tâm và đầu tư nghiên cứu. Kỹ thuật PET (positron emission tomography: ghi hình bằng bức xạ positron) là kỹ thuật ghi hình theo nguyên tắc chuyển hóa, ở mức độ tế bào, mức độ phân tử. Đặc biệt khi máy PET/CT ra đời là sự kết hợp giữa máy PET với máy CT trong cùng một hệ thống, bệnh nhân đồng thời vừa được chụp CT vừa được chụp PET trong cùng một hệ tọa độ. Hình ảnh CT (hình ảnh cấu trúc rõ và sắc nét) kết hợp với hình ảnh của PET (hình ảnh chức năng và chuyển hóa ở giai đoạn rất sớm) sẽ cho những thông tin rất có giá trị với độ nhạy, độ đặc hiệu và độ chính xác cao. Chỉ định của PET/CT trong ung thư là giúp: phát hiện ung thư sớm, phân loại giai đoạn ung thư chính xác, phát hiện và đánh giá tái phát, di căn ung thư, đánh giá hiệu quả của các phương pháp điều trị ung thư và đặc biệt gần đây nhất là giúp lập kế hoạch xạ trị với PET/CT mô phỏng. Trong xạ trị ung thư, việc xác định chính xác các đích điều trị là một phần quan trọng nhất quyết định kết quả điều trị. PET/CT là kỹ thuật phát hiện tổn thương ung thư chính xác nhất hiện nay. Có thể nói ứng dụng hình ảnh PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc, đặc biệt là xạ trị điều biến liều (IMRT) là một kỹ thuật đỉnh cao của điều trị ung thư hiện nay trên toàn thế giới. Với PET/CT mô phỏng, các nhà xạ trị xác định được thể tích đích sinh học - **BTV (biologic target volume)** hay GTV-PET. BTV là hình ảnh khối u ở mức độ chuyển hóa, mức độ tế bào nghĩa là toàn bộ thể tích các tế bào ung thư tăng chuyển hóa gồm cả những vùng chưa thấy biến đổi về cấu trúc (trên CT...) cũng được phát hiện. Kỹ thuật CT mô phỏng không giúp xác định được BTV. Kỹ thuật này đã được triển khai rộng rãi tại các trung tâm điều trị ung thư lớn ở các nước tiên tiến như châu Âu, Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc....

Từ 8/2009, lần đầu tiên ở Việt Nam, Trung tâm Y học hạt nhân và Ung bướu Bệnh viện Bạch mai đã tiến hành triển khai thành công chụp PET-CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc cho bệnh nhân ung thư. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu:

- Xây dựng quy trình kỹ thuật về lập kế hoạch xạ trị gia tốc với kỹ thuật PET/CT mô phỏng
- Bước đầu đánh giá một số kết quả xạ trị gia tốc với kỹ thuật PET/CT mô phỏng.

2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Bệnh nhân ung thư đáp ứng các điều kiện sau:

- Có chẩn đoán xác định ung thư bằng mô bệnh học
- Có chỉ định điều trị xạ trị, BN đồng ý tiến hành kỹ thuật trên.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Can thiệp lâm sàng tiến cứu.

3.1. Chuẩn bị bệnh nhân

Bệnh nhân nhịn ăn sáng, kiểm tra đường huyết trước khi tiêm ^{18}F FDG (2-fluoro 2-deoxy glucose)

3.2. Tiến hành

Chụp PET/CT với phương tiện cố định và hệ thống laser định vị không gian 3 chiều.

3.3. Lập kế hoạch

Lập kế hoạch xạ trị gia tốc với phần mềm Prowess Panther 4.6, với kỹ thuật kỹ thuật xạ trị điều biến liều (IMRT) hoặc xạ trị theo hình dạng khối u (3D CRT)

- Xác định các thể tích cần tia xạ: thể tích khối u thô- **GTV (gross tumor volume)**, thể tích đích lâm sàng - **CTV (clinical target volume)**, thể tích đích điều trị - **PTV (planning target volume)**. Xác định thể tích đích sinh học - **BTV (biologic target volume)** hay GTV-PET.

Ở nghiên cứu này, chúng tôi xác định BTV với ngưỡng $\text{SUV} \geq 2,5$.

- Xác định các cơ quan lành lân cận cần bảo vệ với liều giới hạn chịu đựng đã biết
 - Lập các trường chiếu, góc chiếu, mức năng lượng.
 - Tính liều, kiểm tra phân liều trên thể tích cần tia và cơ quan lành xung quanh: trên bản đồ đường đồng liều, hình ảnh 3 D, và biểu đồ liều - thể tích (DVH)
3. 4. Tiến hành kiểm tra liều lượng trước khi điều trị (QA)
- 3.5. Tiến hành xạ trị trên máy gia tốc.

4. Kết quả

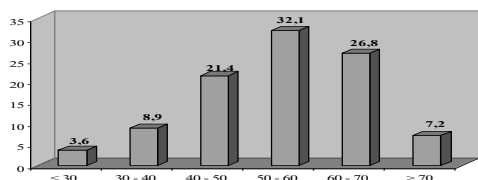
4.1. Kết quả xây dựng quy trình chụp PET/CT để chẩn đoán và để lập kế hoạch xạ trị gia tốc

Có thể tóm tắt quy trình như sau: Chuẩn bị bệnh nhân → Chụp PET/CT mô phỏng → Lập kế hoạch xạ trị → Kiểm tra chất lượng → Tiến hành xạ trị.

Quy trình trên được áp dụng thường quy tại Trung tâm Y học hạt nhân và ung bướu-Bệnh viện Bạch Mai. Hình ảnh thu được đạt các tiêu chuẩn và các thông số kỹ thuật theo quy định. Hình ảnh PET/CT mô phỏng được truyền qua phòng lập kế hoạch xạ trị trên máy gia tốc.

4.2. Kết quả chụp PET/CT mô phỏng và lập kế hoạch xạ trị bệnh nhân ung thư

735 bệnh nhân ung thư được chụp PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc, kết quả như sau:



Biểu đồ 1. Phân bố tuổi bệnh nhân
Nhận xét: Tuổi thường gặp nhất 50 - 60% chiếm 32,1%



Biểu đồ 2. phân bố giới của bệnh nhân
Nhận xét: Nam gặp nhiều hơn nữ (63% so với 37%)

Bảng 1. So sánh giá trị mô phỏng và khả năng phát hiện thêm tổn thương của PET/CT so với CT

Loại ung thư	Số BN	Tỷ lệ %	So sánh GTV-PET với GTV-CT (Ngưỡng thay đổi $\geq 25\%$ thể tích)				PET/CT phát hiện thêm tổn thương so với CT (di căn hạch)	
			Thay đổi		Tăng (%)	Giảm (%)	Tần suất	Tỷ lệ %
			Tần số	%				
Vòm	222	30,2	159/222	71,6	27,0	44,6	60/222	27,0
Thanh quản	63	8,6	27/63	42,9	23,8	19,1	15/63	23,8
Hạ họng	41	5,7	27/41	64,3	35,7	28,6	15/41	35,7
Phổi	186	25,3	87/186	46,8	27,4	19,4	52/186	27,9
Thực quản	169	22,9	88/169	51,8	33,9	17,9	58/169	34,3
Trực tràng	54	7,3	39/54	72,2	38,9	33,3	21/54	38,9
Tổng	735	100	426/735	58,0	29,8	28,2	221/735	30,1

Nhận xét:

- Các bệnh ung thư được xạ trị với kỹ thuật PET/CT mô phỏng thường gặp là phổi 25,3%, vòm 30,2%, thực quản 22,9%.
- PET/CT giúp phát hiện thêm các tổn thương mà CT không phát hiện được từ khoảng 20-40% → Thay đổi đích xạ trị, không bỏ sót tổn thương.

Bảng 2. Kết quả điều trị

Loại ung thư	Đáp ứng hoàn toàn		Đáp ứng một phần		Bệnh giữ nguyên		Bệnh tiến triển		Tổng số
	Tần số	%	Tần số	%	Tần số	%	Tần số	%	
K vòm	204	91,9	18	8,1	0		0		222
K thanh quản	34	54,0	24	38,0	4	6,3	1	1,6	63

K hạ họng	19	46,3	18	43,9	0		4	9,8	41
K phổi	70	37,6	87	46,8	16	8,6	13	7,0	186
K thực quản	62	36,7	71	42,0	12	7,1	24	14,2	169
K trực tràng	38	70,4	16	29,6	0		0		54

Nhận xét: Tỷ lệ đáp ứng cao, đặc biệt với K vòm, tỷ lệ đáp ứng hoàn toàn đạt 91,9%.

5. BÀN LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi, PET/CT giúp phát hiện thêm các tổn thương ở 30,1% các trường hợp (Bảng 2) (không kể các tổn thương di căn xa được phát hiện trên PET/CT vì những trường hợp này bị loại khỏi nghiên cứu do không còn chỉ định xạ trị), ở đây chủ yếu là PET/CT phát hiện thêm các tổn thương hạch vùng mà CT không phát hiện được. Với PET/CT mô phỏng, các nhà xạ trị xác định được thể tích đích sinh học - **BTV (biologic target volume)** hay GTV-PET. BTV là hình ảnh khối u ở mức độ chuyển hóa, mức độ tế bào nghĩa là toàn bộ thể tích các tế bào ung thư tăng chuyển hóa gồm cả những vùng chưa thấy biến đổi về cấu trúc (trên CT...) cũng được phát hiện. Kỹ thuật CT mô phỏng không giúp xác định được BTV. Khi dùng kỹ thuật PET/CT mô phỏng làm thay đổi 58,0% GTV, trong đó 29,8% GTV tăng, 28,2% GTV giảm. Các trường hợp GTV tăng cũng chủ yếu là do PET/CT phát hiện thêm di căn hạch vùng. Tất cả các trường hợp khó xác định thể tích xạ trị trên CT nhưng có thể dễ dàng xác định được trên PET/CT. Từ đó, việc lập kế hoạch xạ trị với PET/CT mô phỏng được chính xác hơn, không bị sót cũng như phân liều đủ cho cho tổn thương.

Cụ thể hơn, khi mô phỏng lập kế hoạch xạ trị bằng PET/CT có ưu điểm hơn CT ở chỗ:

- PET/CT xác định chính xác rìa tổn thương hơn CT trong nhiều trường hợp ranh giới khó xác định giữa khối u và tổ chức xung quanh: các khối u đồng tỷ trọng (K vòm, K thanh quản, K thực quản), giữa u phổi với tổ chức phổi xẹp... Điều này rất có ý nghĩa để xác định thể tích khối u thô GTV, giúp cho việc xạ trị chính xác vào tổ chức u đồng thời tránh chiếu xạ vào các tổ chức lành tính nhằm nâng cao hiệu quả cũng như giảm bớt các tác dụng phụ do tia xạ.
- Khối u kích thước nhỏ, không nhìn thấy trên CT nhưng có thể phát hiện được trên PET/CT do tính chất kết hợp bổ sung cho nhau giữa hình ảnh chuyển hoá của PET và hình ảnh giải phẫu của CT trên cùng một hệ thống. Ví dụ khối u vòm nhỏ, U thực quản nhỏ, K phổi thể thâm nhiễm phế quản giai đoạn sớm.
- PET/CT đặc biệt có giá trị trong việc phát hiện di căn hạch vùng mà trên CT khó phát hiện được đặc biệt hạch có kích thước nhỏ. Điều này rất quan trọng làm thay đổi GTV, thay đổi liều xạ từ xạ dự phòng sang xạ điều trị, làm tăng khả năng kiểm soát tại vùng, nâng cao hiệu quả điều trị.

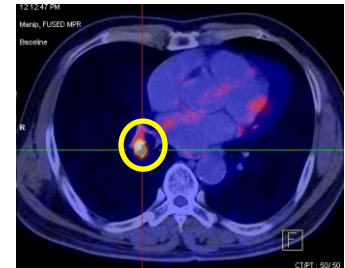
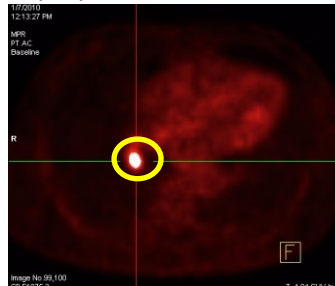
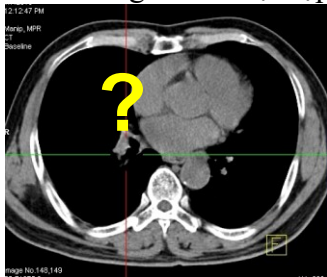
Vì vậy, việc sử dụng PET/CT để lập kế hoạch xạ trị với máy gia tốc (kỹ thuật 3D và IMRT) sẽ cho kết quả xạ trị chính xác, hiệu quả và an toàn ít tác dụng phụ hơn so với việc sử dụng CT, MRI mô phỏng.

Trung tâm y học hạt nhân và Ung bướu Bệnh viện Bạch Mai là nơi đầu tiên trong cả nước sử dụng hình ảnh PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc 3D và xạ trị điều biến liều (IMRT) cho bệnh nhân ung thư. Với hệ thống phần mềm kết hợp giữa PET/CT và xạ trị điều biến liều chúng tôi đã giải quyết bài toán: thể tích khối u được tiêu diệt triệt để nhất đồng thời hạn chế thấp nhất ảnh hưởng tới các tế bào lành xung quanh. Cần lưu ý rằng BTV chỉ thay thế được cho GTV trong quá trình lập kế hoạch xạ trị còn khi xác định các thể tích khác như CTV, PTV thì vẫn phải tuân theo bệnh học. Chẳng hạn như đối với bệnh nhân ung thư vòm khi làm PET/CT, hạch cổ âm tính không có nghĩa là chưa có vi di căn hạch cổ do vậy vẫn phải xạ trị dự phòng vào hạch cổ theo quy ước. Điều này được hiểu là PET/CT tuy có độ nhạy rất cao nhưng vẫn phải có ngưỡng đủ lớn (tế bào di căn) thì mới phát hiện được.

Về kết quả điều trị, tỷ lệ đáp ứng ban đầu khá cao, đặc biệt K vòm có tỷ lệ đáp ứng hoàn toàn 91,9%, K trực tràng 70,4%. Tuy nhiên đây là nghiên cứu tổng quát, vì thời gian có hạn, chúng tôi chưa có điều kiện để theo dõi thời gian sống thêm với từng loại bệnh ung thư mà chủ yếu đề cập đến yếu tố kỹ thuật với mục đích giới thiệu một kỹ thuật mới có kết quả ưu việt hơn (theo các nghiên cứu nước ngoài) lần đầu tiên được triển khai tại Việt Nam và nhận xét ban đầu

về kết quả điều một số bệnh nhân ung thư bằng kỹ thuật này là tốt và an toàn. Cần có nghiên cứu với số lượng bệnh nhân đủ lớn cho từng loại bệnh và thời gian theo dõi đủ dài mới có thể đánh giá được giá trị của việc sử dụng kỹ thuật PET/CT mô phỏng lập kế hoạch xạ trị. Dưới đây, chúng tôi xin trình bày một số ca lâm sàng mà nếu không có kỹ thuật PET/CT mô phỏng thì sẽ gặp nhiều khó khăn cho việc lập kế hoạch xạ trị gia tốc nếu chỉ dùng CT Scanner mô phỏng.

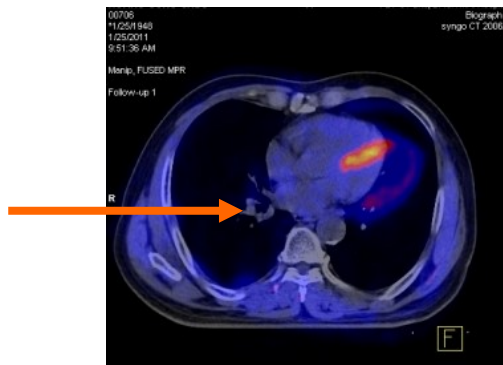
Ca lâm sàng 1: Bệnh nhân nam, 65 tuổi, chẩn đoán: Ung thư phổi T1NoMo (Giải phẫu bệnh: Ung thư biểu mô vảy). BN từ chối phẫu thuật. Hướng điều trị: hóa xạ trị. Trên hình chụp CT 64 dãy không xác định được u để lập kế hoạch xạ trị. Bệnh nhân được chỉ định chụp PET/CT mô phỏng để đánh giá toàn thân và lập kế hoạch xạ trị. Kết quả: PET phát hiện được và định vị vị trí tổn thương u cho việc lập kế hoạch xạ trị.



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

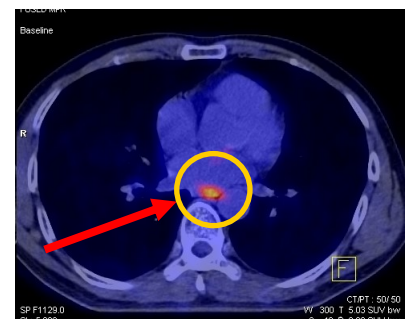
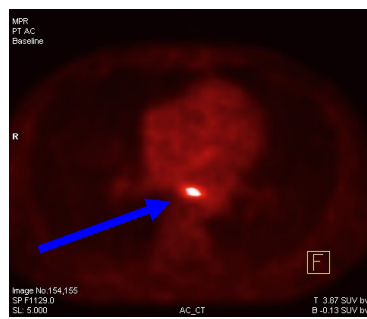
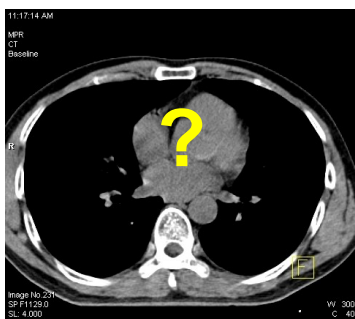
Hình PET: tổn thương tăng hấp thu FDG, max SUV= 8

Hình PET/CT: dễ dàng xác định được BTV để lập kế hoạch xạ trị.



Sau xạ trị, u tan hết, BN hết ho máu

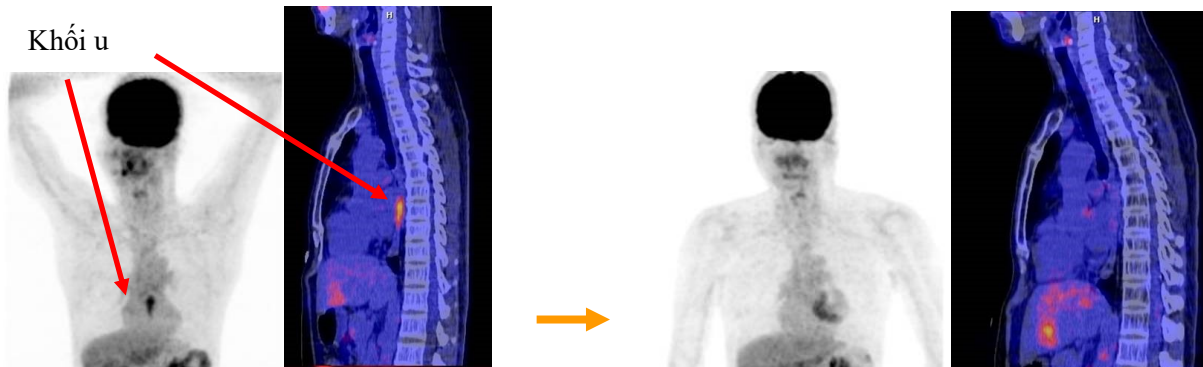
Ca lâm sàng 2. Bệnh nhân, nam, 47 tuổi, K thực quản 1/3 giữa T1NoMo, BN không đồng ý mổ. Tiến hành hoá xạ trị đồng thời với kỹ thuật xạ trị điều biến liều IMRT với 7 trường chiếu, 54 segments, liều 55 Gy.



Trên CT không thể phát hiện được tổn thương.

Trên PET: phát hiện tổn thương tăng hấp thu FDG với max SUV = 5,7.

Dễ dàng lập kế hoạch xạ trị trên PET/CT.



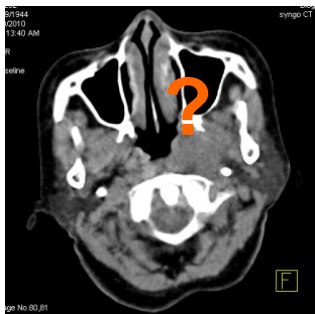
Trước điều trị: Khối u nhỏ chỉ được phát hiện trên PET/CT

Sau điều trị: Không phát hiện còn tồn thương trên PET/CT

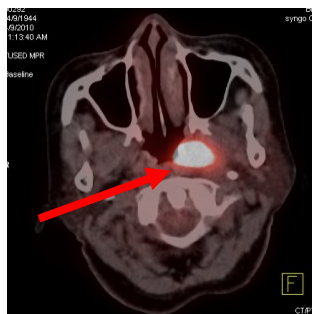
Ca lâm sàng 3. K vòm di căn hạch cổ T2N1M0, xạ trị điều biến liều với PET/CT mô phỏng, 7 trường chiếu, 49 segments.

BN nữ 39 tuổi, vào viện vì chảy máu mũi

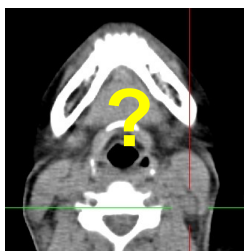
GPB: ung thư biểu mô không biệt hóa. Chụp PET/CT mô phỏng phát hiện thêm tổn thương di căn hạch (nếu dung CT mô phỏng sẽ nhiều khả năng bỏ sót)



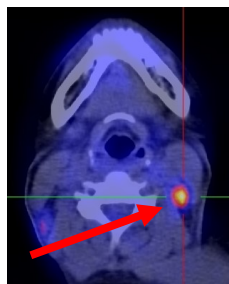
Hình CT: không thấy tổn thương vùng vòm



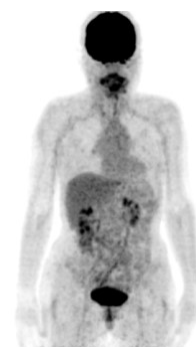
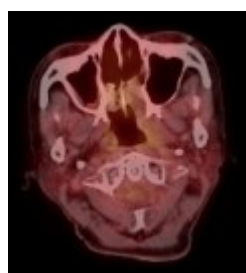
Hình PET/CT: cho thấy rõ tổn thương tăng FDG tại vùng vòm bên trái, max SUV 5,6, kích thước 3,5 * 2,5 cm, di căn hạch cổ trái 0,7 cm, max SUV 3,5 → dễ dàng lập kế hoạch



CT: rất khó phát hiện được di căn hạch cổ kích thước nhỏ



PET/CT: xác định chính xác di căn hạch cổ kể cả kích thước nhỏ → xạ trị tăng liều vào hạch (70 Gy)



Sau điều trị: U hạch tan hết, BN hết đau đầu, hết chảy máu mũi

Lâm sàng thăm khám cũng như CT (bên trái) rất khó xác định có di căn hạch cổ hay chưa đối với những hạch di căn kích thước nhỏ, Bn này xác định ban đầu là N0 và chỉ định xạ trị đơn thuần với liều xạ hạch cổ dự phòng 50 Gy; nhưng với hình ảnh PET/CT mô phỏng (bên phải) dễ dàng thấy di căn hạch cổ với kích thước nhỏ 0.7 cm với max SUV 4,1 → bệnh chuyển giai đoạn N1 → hoá xạ trị đồng thời với liều xạ vào hạch di căn 65-70 Gy. Như vậy PET/CT làm thay đổi phác đồ điều trị cũng như giúp việc mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị được dễ dàng và chính xác, từ đó giúp cho việc điều trị chính xác và hiệu quả nhất.

6. KẾT LUẬN

735 bệnh nhân được chẩn đoán xác định là ung thư có chỉ định xạ trị và được tiến hành chụp PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị gia tốc bằng kỹ thuật 3D hoặc IMRT tại Trung tâm Y học hạt nhân và Ung bướu, bệnh viện Bạch Mai, kết quả cho thấy:

1. Đã chuẩn được quy trình lập kế hoạch xạ trị trên máy gia tốc tuyến tính với hình ảnh PET/CT mô phỏng, các thông số và chỉ tiêu kỹ thuật đảm bảo đúng các yêu cầu kỹ thuật quy định. Quy trình này đã được áp dụng thường quy tại bệnh viện Bạch Mai
2. Các bệnh ung thư được xạ trị gia tốc (3D và IMRT) với kỹ thuật PET/CT mô phỏng thường gặp là ung thư phổi 25,3%, vòm: 30,2%, thực quản: 22,9%, trực tràng: 7,3%. PET/CT rất có giá trị để giúp phát hiện thêm các tổn thương mà CT không phát hiện được từ khoảng 20 – 40% các trường hợp, giúp thay đổi đích xạ trị, tránh không bỏ sót tổn thương.
3. Tỷ lệ đáp ứng cao, trong đó đáp ứng hoàn toàn và đáp ứng một phần đối với ung thư vòm là 91,9% và 8,1%;, thanh quản: 54,0% và 38,0%; hạ họng: 46,3% và 43,9%; phổi: 37,6% và 46,8%; thực quản: 36,7% và 42,0%; trực tràng là 70,4% và 29,6%.
4. Sử dụng PET/CT mô phỏng để lập kế hoạch xạ trị với máy gia tốc (kỹ thuật 3D và IMRT) ở các bệnh nhân ung thư cho kết quả xạ trị chính xác, hiệu quả và an toàn, ít tác dụng phụ hơn so với việc sử dụng CT mô phỏng..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mai Trọng Khoa, (2013), Bài giảng Y học Hạt nhân, Nhà xuất bản Y học
2. Mai Trọng Khoa (2011), Application of PET/CT simulation for radiation planning in cancer treatment at Bachmai hospital, Hanoi, Vietnam. IAEA, Vienna, Austria, 2011.
3. Arnold C. Paulino, Bin S. THE (2008) *PET-CT in Radiotherapy Treatment Planning*, 1st ed, Saunders, An Imprint of Elsevier
4. DeVita, Vincent T.; Hellman, Samuel; Rosenberg, Steven A (2014) *Cancer: Principles & Practice of Oncology, 10th Edition*. Lippincott Williams & Wilkins
5. IAEA (2008), The role of PET/CT in radiation planning for cancer patient treatment, Vienna.
6. Halperin, Edward C.; Perez, Carlos A.; Brady, Luther W (2013) *Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology, 6th Edition*, Lippincott Williams & Wilkins
7. NCCN (2019), Clinical Practice Guidelines in Oncology