

## 论 著

 **$^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT对食管癌放疗指导中的价值临床研究\***四川省南充市中心医院胸外科  
(四川 南充 637000)

文 兵 明 波

**【摘要】目的** 探讨 $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖( $^{18}\text{F}$ -FDG)正电子发射计算机断层扫描(PET/CT)对食管癌放疗靶区勾画的指导的应用价值。**方法** 收集2017年5月-2018年5月我院收治的食管癌患者19例,均行CT及 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT检查,比较两种影像学方法指导靶区勾画的靶区体积及OAR受量。**结果** PET/CT勾画的GTV、CTV分别为 $(18.24 \pm 5.13) \text{ cm}^3$ 、 $(186.36 \pm 27.21) \text{ cm}^3$ ,均明显小于CT勾画的靶区体积 $[(21.82 \pm 6.46) \text{ cm}^3$ 、 $(201.58 \pm 32.69) \text{ cm}^3]$ ,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。PET/CT指导勾画靶区下肺、心脏、脊髓、气管等受量均明显低于CT勾画靶区( $P < 0.05$ )。**结论**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT结合解剖结构与能量代谢信息,有助于指导精确靶区勾画。

**【关键词】** 食管癌; 正电子发射计算机断层扫描; 体层摄影术; 脱氧葡萄糖; 靶区勾画

**【中图分类号】** R445; R735.1

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 四川省卫计委科研课题(150092)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.10.017

通讯作者: 文 兵

**The Value of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in the Guidance of Radiotherapy for Esophageal Cancer\***

WEN Bing, MING Bo. Department of Thoracic Surgery, Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the application value of  $^{18}\text{F}$ -deoxyglucose ( $^{18}\text{F}$ -FDG) positron emission tomography (PET/CT) in guiding the target volume delineation of radiotherapy for esophageal cancer. **Methods** Nineteen patients with esophageal cancer who were admitted to the hospital from May 2017 to May 2018 were enrolled in the study. All of them underwent CT and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT examinations. The target volume and OAR dose delineated under the guidance of the two imaging methods were compared. **Results** The GTV and CTV delineated by PET/CT  $[(18.24 \pm 5.13) \text{ cm}^3$  and  $(186.36 \pm 27.21) \text{ cm}^3]$  were significantly smaller than those delineated by CT  $[(21.82 \pm 6.46) \text{ cm}^3$  and  $(201.58 \pm 32.69) \text{ cm}^3]$  ( $P < 0.05$ ). The doses received by the lung, heart, spinal cord and trachea in target area delineated by PET/CT were significantly lower than those by CT ( $P < 0.05$ ). **Conclusion**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT combined with anatomical structure and energy metabolism information can help guide precise delineation of target area.

**[Key words]** Esophageal Cancer; Positron Emission Tomography; Tomography; Deoxyglucose; Delineation of Target Area

食管癌是常见消化系统肿瘤之一,发病率在我国为21.17/10万,死亡例数每年约达15万,严重危害人们生命健康<sup>[1]</sup>。目前,放射治疗已成为食管癌治疗的主要手段之一,而病灶范围的确定、靶区的精准勾画是治疗环节的关键,也是放疗医师面临的棘手难题。以往放疗靶区的勾画常基于CT图像,其所提供的信息往往不能满足临床要求,对食管癌病变长度确定存在较大误差<sup>[2]</sup>。近年来, $^{18}\text{F}$ 脱氧葡萄糖( $^{18}\text{F}$ -deoxyglucose,  $^{18}\text{F}$ -FDG)正电子发射计算机断层扫描(positron emission tomography/computed tomography, PET/CT)在临床应用逐渐广泛,其将PET与CT进行结合,不仅能够获取肿瘤能量代谢信息,还能提供解剖结构信息,为放疗靶区勾画提供重要指导<sup>[3]</sup>。本研究旨在探讨 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT对食管癌放疗靶区勾画的指导的应用价值,现报道如下。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 对象选取于2017年5月~2018年5月我院收治的食管癌患者19例,其中男12例,女7例;年龄47~77岁,中位年龄65岁;原发灶位置:胸上段、胸中段、胸下段分别3例、10例、6例。入组条件:(1)均经组织学明确诊断为食管鳞癌;(2)初治患者,均拟行放射治疗;(3)Karnofsky评分不低于70分;(4)均能够完成CT、 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT检查。排除标准:(1)既往有抗肿瘤治疗史者;(2)有远处转移者;(3)食管穿孔者。

**1.2 方法**

**1.2.1 CT扫描:** 患者体位采取仰卧位,行头颈肩模固定。应用飞利浦大孔径CT,先作CT平扫,再完成增强扫描。扫描范围由环甲膜上5cm至肺包全向下5cm。轴位CT扫描周期为2.8s,层厚为5mm,获取横断

位、矢状位、冠状位CT图像。

1.2.2  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT检查: 患者取仰卧位, 尽可能保持与CT显像相同的体位。经肘静脉缓慢注入 $3.7\sim 4.81\text{MBq/kg}$ 的 $^{18}\text{F}$ -FDG(安迪科医药集团生产, 放化纯度 $>95\%$ ), 平卧约60min, 先行胸部CT扫描, 之后立即行PET图像采集, 共采集6~7个床位, 每个床位1.5min; 经CT衰减校正, 分别获取冠状位、矢状位、横断位CT、PET及PET/CT融合图像。

1.2.3 靶区勾画: 根据CT定位进行靶区勾画: CT图像提示食管壁厚度 $>5\text{mm}$ 视为肿瘤, 淋巴结最短径 $\geq 10\text{mm}$ 考虑为转移。大体肿瘤体积(GTV)包括原发灶与转移淋巴结。临床靶体积(CTV)则是在GTV范围基础上, 于前后左右四个方向向外扩8mm, 上下两个方向扩4cm, 并包括纵膈淋巴引流区(2、4、5、7区)。另外, 于存在淋巴结转移的层面的上下两个方向向外扩1.5cm。

根据PET/CT进行靶区勾画: 以图像上病灶标准摄取值(SUV) $\geq 2.5$ 定义为癌灶或淋巴结转移。CTV是在GTV范围基础上于前后左右四个方向向外扩8mm, 上下两个方向扩4cm, 并包括纵膈淋巴引流区(2、4、5、7区)。于存在淋巴结转移的层面的上下两个方向向外扩1.5cm。与此同时进行肺、脊髓等危及器官(OAR)勾画。

1.2.4 放疗计划: 调强精确放疗, 均应用6MV X射线, 处方剂量: GTV为60Gy, CTV为54Gy, 包绕95%PTV。OAR: 肺脏接受 $>20\text{Gy}$ 照射的体积百分比不超过28%, 心脏接受 $>40\text{Gy}$ 照射的体积百分比不超过30%, 脊髓最大受量不超过45Gy。对比分析CT与PET/CT勾画靶区OAR受量, 包括全肺、心脏、气管等。

1.3 统计学分析 使用

SPSS20.0。定量资料均服从正态分布描述为( $\bar{x} \pm s$ ), 用配对t检验; 以双侧 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

2.1 靶区体积对比 整体上, PET/CT勾画的GTV、CTV均明显小于CT勾画的靶区( $P<0.05$ ), 见表1。19例中15例PET/CT勾画的靶区体积要比CT所勾画的靶区体积小, PET/CT对病灶显示更为清晰, 特别是对点状起源的显示更具有优势(图1-2); 4例PET/CT勾画的靶区体积比CT所勾画的靶区体积大, 原因在于PET/CT可提高转移淋巴结检出率, 扩大淋巴结边界(图3-4)。

2.2 OAR受量对比 PET/CT指导勾画靶区OAR受量明显低于CT勾画靶区( $P<0.05$ )。见表2。

## 3 讨 论

放疗是目前治疗食管癌的重要手段, 已由传统的常规照射逐渐发展成为三维适形放疗。而准确靶区构建是实现调强精确放疗之关键, 有助于提高肿瘤局部控制率, 并尽可能减轻放疗对病灶周围正常组织放射性损伤及OAR损伤<sup>[4-5]</sup>。

CT检查是指导放疗之基础, 但其不能提供肿瘤能量代谢信息。放疗医师仅单纯依据淋巴结大小来进行淋巴结转移情况的判断, 而实际上最大径 $\leq 10\text{mm}$ 的淋巴结可能已出现转移, 而 $\geq 10\text{mm}$

淋巴结又未必一定转移, 这给临床诊断带来困难。 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT能够从分子水平描述组织生化变化、代谢状态, 根据病灶与正常组织之间差异有助于正确诊断, 为靶区准确勾画提供丰富的活体生物信息, 特别是能够显著提高纵膈淋巴结的诊断的准确度, 不仅能够识别出正常大小的转移淋巴结, 还可排除并非肿瘤性淋巴结肿大<sup>[6-7]</sup>。PET/CT融合图像可充分结合解剖结构信息与能量代谢信息, 使诊断敏感度、准确度大大提高。然而因为CT与PET/CT对于原发癌灶病变长度及浸润深度上存在明显缺陷, 融合图像对此亦无法准确判断<sup>[8-9]</sup>。故PET/CT指导的食管癌放疗的优势体现在辨别周围组织及淋巴结转移更准确上。PET/CT不但有助于食管癌准确诊断, 还通过指导精确放疗减少OAR受量, 在实现治疗同时, 还有效保护了正常组织。

研究表明, 利用PET/CT指导靶区勾画, 有助于精确放疗, 减轻放疗不良影响<sup>[10]</sup>。本研究显示, 19例患者经PET/CT勾画的GTV、CTV均明显小于CT勾画的靶区体积, 使得外扩时所划入的肺组织较小, 在放疗方案制定中肺 $V_{10}$ 、 $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 等靶区OAR受量明显减少, 从而有助于预防放射性肺炎等发生, 减轻放疗副作用。CT难以区分病灶与周围组织之间的界限, 其所勾画的靶区体积易出现一定误差, 可能引起靶区照射范围偏大, 从而产生不良影响<sup>[11]</sup>。而PET/CT不仅可更清晰显示病灶边界, 还利于判断淋巴结状

表1 PET/CT与CT指导的放疗靶区勾画GTV、CTV对比( $\bar{x} \pm s, \text{cm}^3$ )

方法	n	GTV	CTV
CT勾画	19	21.82 $\pm$ 6.46	201.58 $\pm$ 32.69
PET/CT勾画	19	18.24 $\pm$ 5.13	186.36 $\pm$ 27.21
t		2.693	2.215
P		$<0.05$	$<0.05$

表2 PET/CT与CT指导的放疗靶区勾画OAR受量对比( $\bar{x} \pm s$ )

靶区	肺V10 (%)	肺V20 (%)	肺V30 (%)	全肺 (Gy)	心脏 (Gy)	脊髓 (Gy)	气管 (Gy)
CT勾画	40.12 ± 3.12	25.79 ± 2.84	19.12 ± 1.75	12.67 ± 1.63	12.84 ± 2.47	43.79 ± 4.37	46.74 ± 2.32
PET/CT勾画	35.62 ± 2.76	22.49 ± 2.13	16.57 ± 1.84	11.43 ± 1.52	11.35 ± 1.76	40.58 ± 3.91	44.12 ± 1.85
t	6.672	5.788	6.192	2.720	3.071	3.780	5.477
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

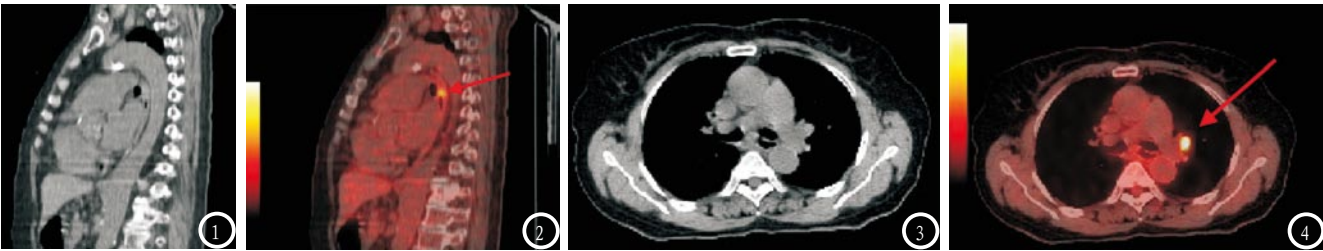


图1-2 患者，女，67岁，病理诊断为食管鳞癌，点状起源。图1 CT图像，难以辨认其大小、边界；图2 PET/CT图像，可清晰显示病灶大小、边界，进而提高靶区勾画准确性。图3-4 患者，男，61岁，食管鳞癌，中上段。图3 CT图像，对于大小未达标准者尚无法确定淋巴结转移；图4 PET/CT图像显示，目标淋巴结呈高代谢，考虑为转移。

态，进行放疗靶区勾画，能够更好地保护病灶周围组织及正常器官<sup>[12-14]</sup>。然而，由于PET/CT检查费用昂贵，且可能出现假阳性、假阳性情况，因此其在临床仍未取得广泛应用。相信随着未来新型PET示踪剂的研制，将进一步提高其诊断的准确度。

综上所述，在食管癌放疗中，<sup>18</sup>F-FDG PET/CT凭借其病灶显示能力及淋巴结转移诊断能力，有助于使得靶区勾画更为精确，有望成为放疗指导的重要手段。

参考文献

[1] 左婷婷, 郑荣寿, 曾红梅, 等. 中国食管癌发病状况与趋势分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2016, 38 (9): 703-708.  
[2] 周育夫, 张亚军, 孙谦, 等. PET/CT与MRI/CT在鼻咽癌原发灶靶区勾画中的可行性研究[J]. 安徽医学, 2017, 38 (7): 837-840.  
[3] 于洋. 膀胱癌的<sup>18</sup>F-FDGPET/CT显像诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14 (6): 85-87.

[4] 郑旭亮, 邢晓汾, 崔桐, 等. 自制定位装置对喉癌CT-MRI图像放疗靶区勾画影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2016, 25 (9): 980-983.  
[5] Wang W, Li J, Zhang Y, et al. Comparison of patient-specific internal gross tumor volume for radiation treatment of primary esophageal cancer based separately on three-dimensional and four-dimensional computed tomography images. [J]. Diseases of the Esophagus, 2014, 27 (4): 348-354.  
[6] PET/CT在非小细胞肺癌放射治疗勾画靶区中的价值[J]. 第三军医大学学报, 2016, 38 (5): 501-505.  
[7] 梁英魁, 康静波, 郭烽, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在晚期肺癌三维适形放疗的靶区勾画中的价值及对短期疗效和预后的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2017, 16 (13): 1337-1341.  
[8] 李莉琴, 刘纤, 邱玉鹏, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT不同SUV阈值法与胰腺癌GTV靶区相关性研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2016, 23 (1): 35-39.  
[9] 梁萌, 郑容. PET/CT在NSCLC患者放疗预后评价中的应用[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2016, 25 (3): 288-291.

[10] 李奉祥, 李建彬, 马志芳, 等. 基于3D-CT、4D-CT和锥形束CT定义的非小细胞肺癌内靶区比较[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34 (2): 110-115.  
[11] 郭延雯, 李建彬, 李彦康, 等. 3DCT、4DCT和PET/CT定义的胸段食管癌PTV比较研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015, 24 (5): 497-501.  
[12] 张路路, 杨娟, 黄浦, 等. 基于PET/CT形变配准技术对放疗前后靶区变化的评估[J]. 中国生物医学工程学报, 2017, 36 (4): 394-400.  
[13] 赵晓晓, 阮翹, 谢新立, 等. 探讨<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在非小细胞肺癌放射治疗靶区勾画及临床分期中的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28 (3): 188-192.  
[14] 孙璐, 潘隆盛, 王伟君, 等. <sup>18</sup>F-ML-10 凋亡显像PET/CT在勾画颅内肿瘤放疗靶区中的应用[J]. 解放军医学院学报, 2016, 37 (6): 537-540.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2019-01-21