

论 著

PET/CT图像分割技术在NSCLC患者放疗中的应用

1.南方医科大学生物医学工程学院

(广东广州 510000)

2.南方医科大学南方医院放疗科

(广东广州 510630)

陈韦翔¹ 张余琴² 张 煜^{1,*}

【摘要】目的 探讨PET/CT图像分割技术在非小细胞肺癌(NSCLC)患者放疗中的应用价值。**方法** 将2016年6月至2020年2月我院的NSCLC患者118例随机分为研究组与对照组,各59例,对照组行常规CT检查,根据所得影像手动分割靶区,研究组行PET/CT检查,根据所得影像分别用手动和计算机自动化程序分割靶区,对照组以CT手动分割图像制定放疗计划,研究组以PET/CT自动分割图像制定放疗计划,比较三种分割图像所得的靶区体积与两组正常组织放疗剂量分布,记录比较两组放疗后2个月内并发症的发生情况。**结果** 研究组手动、自动分割靶区体积均明显小于对照组($P<0.05$);研究组中,PET/CT图像手动分割与自动分割的靶区体积无明显差异($P>0.05$);研究组正常组织放射剂量明显低于对照组($P<0.05$);放疗后2个月内研究组并发症发生率明显低于对照组($P<0.05$)。**结论** PET/CT图像分割技术能提高NSCLC患者靶区的定位精度,降低放疗中正常组织受累剂量,减少放疗后相关并发症。

【关键词】 PET/CT图像分割技术;非小细胞肺癌;放疗;应用价值

【中图分类号】 R322.3+5; R734.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.06.017

Application of PET/CT Image Segmentation Technology in Radiotherapy of NSCLC Patients

CHEN Wei-xiang¹, ZHANG Yu-qin², ZHANG Yu^{1,*}.

1.School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

2.Department of Radiotherapy, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of PET/CT image segmentation technology in radiotherapy of patients with non-small cell lung cancer (NSCLC). **Methods** A total of 118 NSCLC patients in the hospital from June 2016 to February 2020 were randomly divided into study groups and control groups, 59 cases in each group. The control group underwent routine CT examination, and the target volume of cancer lesions was manually segmented based on the images. The study group underwent PET/CT examination, and the target volume of cancer lesions was segmented by manual method and computer automation program based on the images. The radiotherapy plans were formulated in the control group and study group by CT manual segmentation images and PET/CT automatic segmentation images. The target volume by the three segmentation images, and the radiation dose distribution of normal tissues between the two groups were compared. The occurrence of complications within 2 months after radiotherapy were recorded and compared between the two groups. **Results** The target volume of manual and automatic segmentation in the study group was significantly smaller than that in the control group ($P<0.05$). In study group, there was no significant difference in the target volume between manual segmentation and automatic segmentation of PET/CT images ($P>0.05$). The radiation dose of normal tissue in the study group was significantly lower than that in control group ($P<0.05$). The incidence of complications in the study group was significantly lower than that in the control group within 2 months after radiotherapy ($P<0.05$). **Conclusion** PET/CT image segmentation technology can improve the positioning accuracy for target volume of cancer lesions in NSCLC patients, decrease the dose of normal tissues involvement in radiotherapy, and reduce related complications after radiotherapy.

Keywords: PET/CT Image Segmentation Technology; Non-small Cell Lung Cancer; Radiotherapy; Application Value

肺癌是世界上最常见的恶性肿瘤之一,已成为我国城市人口恶性肿瘤死亡原因的首位。非小细胞型肺癌(non-small cell lung cancer, NSCL)包括鳞癌、腺癌、大细胞癌,与小细胞癌相比其癌细胞生长分裂较慢,扩散转移相对较晚,但非小细胞肺癌约占有肺癌的80%,约75%的患者发现时已处于中晚期,5年生存率极低,严重威胁着人民的生命健康^[1-2]。放疗是临床治疗NSCL的常用手段,传统的放疗技术主要依靠CT技术对肿瘤病灶进行分割定位,但常由于定位不够精准,引起多种严重并发症^[3]。PET/CT作为一种新型的影像学技术,将正电子发射扫描(positron emission tomography, PET)与计算机断层扫描技术(computerized tomography, CT)相结合,病灶定位更加精准,其临床应用日渐广泛^[4]。在上述研究背景下,本研究采用了PET/CT图像分割技术对NSCLC患者进行检查,探讨其在放疗中的应用价值,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 一般资料 将2016年6月至2020年2月我院的NSCLC患者118例作为研究对象,纳入标准:均符合《肺癌诊断与治疗进展》中NSCL的诊断标准^[5]。排除标准:合并除NSCL外其他肺部疾病或恶性肿瘤者;非首次治疗者;合并糖尿病等严重代谢性疾病者;不耐受本研究者。采用随机数表法将其分成对照组和研究组,每组59

【第一作者】陈韦翔,男,助理工程师,主要研究方向:放射物理。E-mail: chenweixiang95338@163.com

【通讯作者】张 煜,男,教授,主要研究方向:医学图像处理与分析。E-mail: yuzhang@smu.edu.cn

例。研究组男性31例，女性28例；年龄50~75岁，平均年龄(62.42±3.73)岁；腺癌32例，鳞癌27例。对照组男性30例，女性29例；年龄51~76岁，平均年龄(62.58±3.76)岁；腺癌34例，鳞癌25例。两组一般资料均无明显差异($P>0.05$)。本研究经我院医学伦理委员会会议表决通过，且经患者及其家属了解并同意。

1.2 方法

1.2.1 对照组 采用常规CT扫描仪(德国西门子，Sensation)对患者颈部至膈面下缘水平进行扫描，扫描间隔1.5mm，层厚1.5mm，螺距1.750，具体操作流程严格参照仪器说明书。检查完毕后由经验丰富的放疗医师根据CT图像手动勾勒分割出癌灶靶区。根据CT手动分割图像制定放疗计划，放疗后用微分DVH剂量直方图评估正常组织受累剂量。

1.2.2 研究组 采用PET/CT扫描仪(美国GE，Discovery MI)对患者颈部至膈面下缘水平进行扫描，将所得PET、CT图像进行同机融合，再分别由经验丰富的放疗医师、配套的计算机自动化系统根据融合后图像手动、自动地勾勒分割出癌灶靶区，相关参数设置与操作流程均严格参照仪器说明书。根据PET/CT自

动分割图像制定放疗计划，放疗后用微分DVH剂量直方图评估正常组织受累剂量。

1.3 观察指标 (1)检查完毕后将CT手动分割图像、PET/CT手动分割图像、PET/CT自动分割图像进行同机融合，观察比较三种方式所得的靶区体积，同时用配套计算机软件计算比较三种方式所得的靶区体积。(2)比较两组正常组织放疗受累剂量，包括肺部、心脏、食管、脊髓。(3)记录比较两组放疗后2个月内并发症的发生情况，包括放射性肺炎、食管炎、皮疹。

1.4 统计学方法 用SPSS 20.0软件进行统计分析，计量数据均以($\bar{x} \pm s$)的方式表示，采用t检验。计数数据组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学的意义。

2 结果

2.1 三种方式所得的靶区体积比较 由图1~图2可知，PET/CT自动、手动图像几乎重合，分割所得靶区体积差异不大，CT手动图像分割所得靶区体积明显大于PET/CT自动、手动图像分割所得靶区体积。

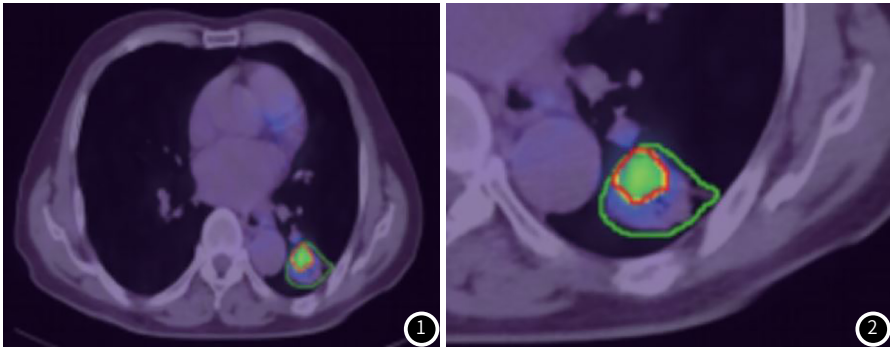


图1 三种方式所得的靶区体积示意图。图2 靶区体积局部放大图。红线为PET/CT自动图像；黄线为PET/CT手动图像；绿线为CT手动图像。

由软件计算结果可知，PET/CT自动、手动图像分割所得靶区体积无明显差异($P>0.05$)，且均明显小于CT手动图像分割所得靶区体积($P<0.05$)，见表1。

表1 三种方式所得的靶区体积比较($\text{cm}^3, \bar{x} \pm s$)

勾勒方式	CT靶区体积(n=59)	PET/CT靶区体积(n=59)	t	P
手动	161.45±102.33	122.21±101.30	2.093	0.039
自动		118.58±102.72	2.271	0.025
t		0.193		
P		0.847		

2.2 两组正常组织放疗受累剂量比较 研究组肺部、心脏、食管、脊髓正常组织放疗受累剂量均明显低于对照组($P<0.05$)，见表2。

表2 两组正常组织放疗受累剂量比较($\text{cGy}, \bar{x} \pm s$)

正常组织	对照组(n=59)	研究组(n=59)	t	P
肺部	27.45±5.33	22.21±4.10	5.985	0.000
心脏	1682.26±938.47	1304.12±902.65	2.231	0.028
食管	3058.64±549.88	2339.40±408.37	8.066	0.000
脊髓	3659.78±469.66	2804.89±415.26	10.474	0.000

2.3 两组放疗后2个月内并发症比较 研究组放疗后2个月内总并发症发生率明显低于对照组($P<0.05$)，见表3。

表3 两组放疗后2个月内并发症比较[n(%)]

组别	放射性肺炎	食管炎	皮疹	总并发症
对照组(n=59)	6(10.17)	4(6.78)	2(3.39)	12(20.34)
研究组(n=59)	2(3.39)	1(1.69)	1(1.69)	4(6.78)
χ^2				4.628
P				0.031

3 讨论

NSCL是临床最常见的肺癌类型，多数患者发现较晚，预后不良，极易错过手术时机，放疗成为该病的主要治疗手段之一，但放疗波及面广，副作用大，对正常组织细胞也具有一定的破坏作用，因而常引起食欲低下、恶心、呕吐、口腔溃疡、脱发等一系列不良反应^[6-7]，如何有效减少放疗过程中对正常组织的破坏成为临床治疗NSCL亟待解决的问题。随着放射影像学及计算机诊断技术的不断进步，PET/CT图像分割技术作为一种先进的临床诊疗技术，充分发挥了PET与CT的优势，将功能代谢显像与解剖结构显像相结合，能对病灶有着更高的分

分辨率和更精准的定位,其技术优势得到越来越多专家学者的认可^[8-9]。现为探讨PET/CT图像分割技术在NSCLC患者放疗中的应用价值,特做此研究。

本研究结果显示,PET/CT自动、手动图像分割所得靶区体积均明显小于CT手动图像分割所得靶区体积,提示PET/CT图像分割技术能提高NSCLC患者癌灶靶区的定位精度。究其原因,可能是PET/CT作为PET与CT的组合体,集PET、CT于一身,通过将微量的正电子核素示踪剂注入人体,标记葡萄糖、蛋白质等人体营养代谢物质作为显像剂,而后利用病灶对显像标记物的吸收来反映其营养代谢变化,分辨病灶性质^[10],再利用PET设备对上述标记物在人体各组织器官的分布情况进行探测,最后利用CT技术对这些分布有上述核素标记物的组织器官部位进行精准定位,从而在清晰反映病灶营养代谢变化的同时,也精确地反映存在恶性病变的靶区体积,将PET与CT的功能进行了有机结合,最大限度地发挥了两者的技术优势^[11]。Usuda等^[12]研究表明,相较于传统的CT图像分割技术,PET与CT的联合分割技术能更好地反映病灶的解剖结构,确定肿瘤区域范围,同时稳定性更佳;Akshima等^[13]研究表明,PET/CT联合自动分割技术能更清晰地反映病灶轮廓,更准确地定位正常组织与病变组织的边界;上述研究报道均与本研究结果相一致。

本研究结果显示,研究组正常组织放疗受累剂量明显低于对照组,放疗后2个月内总并发症发生率明显低于对照组,提示PET/CT图像分割技术能降低NSCLC患者放疗中正常组织受累剂量,减少放疗后相关并发症。探究其机制,可能是因为PET/CT图像分割技术能更为精准地测得肿瘤病灶的靶区体积,确定病变的目标范围,从而能制定更有针对性的放疗计划,有的放矢,减少放疗过程中对无关区域的放射暴露,从而减轻对正常组织的放射损伤,降低相关并发症^[14]。Oikonomou等^[15]研究表明,经PET/CT图像分割技术辅助放疗后,肺癌患者的病灶组织细胞的异质性减小,而正常组织的细胞基底膜损伤减小,放疗后恶心、呕吐、全身乏力、粒细胞减少等不良反应均明显减轻;Kim等^[16]研究表明,相较于传统分割技术,PET/CT技术对肺癌性结节具有更高的诊断特异性与敏感性,边界对比度更高,放疗后能显著减少周边无关组织的受照射范围,减少相关并发症。上述文献报道均与本研究结果相一致。

综上所述,PET/CT图像分割技术能提高NSCLC患者癌灶靶区的定位精度,降低放疗中正常组织受累剂量,减少放疗后相关并发症。

参考文献

- [1] Bao S M, Hu Q H, Yang W T, et al. Targeting epidermal growth factor receptor in non-small-cell-lung cancer: current state and future perspective[J]. *Anti cancer agents in med chem*, 2019, 18(16): 106-109.
- [2] 孟娟. PET/CT在不同病理分型的肺癌方面的应用[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2019, 17(5): 43-45, 82.

- [3] Bianconi F, Palumbo I, Fravolini M L, et al. Texture analysis on ¹⁸F-FDG PET/CT in non-small-cell lung cancer: Correlations between PET features, CT features, and histological types[J]. *Mol Imaging Biol*, 2019, 21(6): 1200-1209.
- [4] 张蕊, 吕亚姣, 吕蒙羽, 等. SPECT/CT和PET/CT在肺癌及骨转移中的诊断价值比较[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2019, 17(8): 72-75.
- [5] 杨德昌, 杨拴盈. 肺癌诊断及治疗进展[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2004, 27(1): 18-19.
- [6] He F, Xiao R D, Lin T, et al. Dietary patterns, BCM01 polymorphisms, and primary lung cancer risk in a Han Chinese population: a case-control study in Southeast China[J]. *BMJ Cancer*, 2018, 18(1): 445-447.
- [7] Nakaya A, Kurata T, Yoshioka H, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio as an early marker of outcomes in patients with advanced non-small-cell lung cancer treated with nivolumab[J]. *Int J Clin Oncol*, 2018, 23(4): 634-640.
- [8] Kauffmann-Guerrero D, Schindler A, Tufman A, et al. Response assessment in non-small cell lung cancer immunotherapy: initial experiences in utilizing FDG PET/CT and the PD-1 blocker nivolumab[J]. *Eur Med Oncol*, 2019, 11(7): 2788-2794.
- [9] Gorospe L, Arrieta P, Ajuria-Illarramendi O, et al. Pulmonary aspergilloma mimicking synchronous lung cancer on PET/CT in a patient with head and neck cancer[J]. *Lung Cancer*, 2018, 10(12): 6598-6598.
- [10] Gorospe L, Ajuria-Illarramendi O, Puente-Bujidos C D L, et al. PET/CT Findings of Granulomatosis With Polyangiitis Presenting as a Solitary Pulmonary Nodule and Mimicking Lung Cancer[J]. *J Clin Rheumatol*, 2019, 15(2): 189-193.
- [11] Terry L, Rustain L, Morgan, et al. Detection of oligoprogressive disease in oncogene-addicted non-small cell lung cancer using PET/CT versus CT in patients receiving a tyrosine kinase inhibitor. [J]. *Lung cancer (Amsterdam, Netherlands)*, 2018, 17(8): 1045-1048.
- [12] Usuda K, Funasaki A, Sekimura A, et al. FDG-PET/CT and diffusion-weighted imaging for resected lung cancer: correlation of maximum standardized uptake value and apparent diffusion coefficient value with prognostic factors[J]. *Med Oncol*, 2018, 35(5): 66-68.
- [13] Akshimas, Mohan A, Bhalla A S, et al. Role of various metabolic parameters derived from baseline ¹⁸F-FDG PET/CT as prognostic markers in non-Small cell lung cancer patients undergoing platinum-based chemotherapy[J]. *Clin nucl med*, 2018, 45(14): 64-66.
- [14] Hu W D, Wang H C, Wang Y B, et al. Correlation study on ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic characteristics of primary lesion with clinical stage in lung cancer[J]. *Nuclear Med Mol Imaging*, 2021, 65(2): 172-177.
- [15] Oikonomou A, Khalvati F, Tyrrell P N, et al. Radiomics analysis at PET/CT contributes to prognosis of recurrence and survival in lung cancer treated with stereotactic body radiotherapy[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 40-43.
- [16] Kim C R, Kim B, Ning M S, et al. Cost Analysis of PET/CT vs. CT as Surveillance for Stage III Non-Small Cell Lung Cancer After Definitive Radiation Therapy[J]. *Clin Lung Cancer*, 2018, 21(4): 78-81.

(收稿日期: 2020-08-04)