

论著

# 双入口容积CT灌注参数与PET/CT成像在孤立性<sup>18</sup>F-FDG高摄取肺结节中的应用

解放军第252医院放射科

(河北 保定 071000)

郭成伟 陈为军

**【摘要】目的** 探讨320排容积CT双入口灌注(DI-CTP)参数在<sup>18</sup>F-FDG高摄取肺孤立性结节(SPN)良恶性鉴别价值(SUV $\geq 2.5$ )。

**方法** 回顾性收集经病理证实高摄取性肺结节50例(恶性结节30例、良性结节20例),所有患者均接受PET-CT与320排容积DI-CTP检查。测量结节的SUV、肺动脉灌注量(PF)、支气管动脉灌注量(BF)和灌注指数(PI=PF/PF+BF),分析良恶性SUV值及灌注参数之间是否有统计学差异。**结果** <sup>18</sup>F-PDG摄取值SUV均值在恶性结节与良性结节的差异无统计学意义( $t=1.92$ ,  $P>0.05$ )。灌注参数PF在恶性与良性结节均值间存在显著性差异( $t=2.79$ ,  $P<0.01$ ),且恶性与良性结节的BF均值差异也具有统计学意义( $t=2.74$ ,  $P<0.01$ ),而PI%在良、恶性结节均值间无统计学意义( $t=-1.95$ ,  $P>0.05$ )。**结论** 320排DI-CTP参数PF及BF在良恶性结节间存在显著性差异,这对<sup>18</sup>F-FDG高摄取性SPN的良恶性鉴别诊断具有重要的临床应用价值。

**【关键词】** 氟脱氧葡萄糖; 放射性核素显像; 灌注成像; 孤立性肺结节

**【中图分类号】** R521

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.12.021

通讯作者: 郭成伟

# Application of the Perfusion Parameters of Dual Entry Perfusion Imaging with <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in Diagnose of High <sup>18</sup>F-FDG Uptake Solitary Pulmonary Nodules

GUO Cheng-wei, CHEN Wei-jun. Department of Radiology, NO.252 Central Hospital of PLA, Baoding 071000, Hebei Province, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the value of perfusion parameters through dual entry perfusion imaging (DI-CTP) on 320 detector row CT in differential diagnosis of solitary pulmonary nodules (SPN) with high <sup>18</sup>F-FDG uptake (SUV $\geq 2.5$ ). **Methods** A retrospective study of 50 cases confirmed with pathology (malignant nodule 30 cases and benign nodule 20 cases) were examined by <sup>18</sup>F PDG PET-CT and DI-CTP respectively. SUV and perfusion parameters were measured, including pulmonary artery perfusion(PF), bronchial artery perfusion(BF), and perfusion index (PI=PF/PF+BF). And to analysis the statistical difference in SUV value and perfusion parameters between benign and malignant nodules. **Results** There was no significant difference of <sup>18</sup>F PDG uptake (SUV) between malignant nodules and benign nodules( $t=1.92$ ,  $P>0.05$ ). The mean values of perfusion parameter PF had significant difference between malignant and benign nodules( $t=2.79$ ,  $P<0.01$ ), and the mean values of BF between malignant and benign nodules was also statistically significant( $t=2.74$ ,  $P<0.01$ ), but there was no statistical significance between malignant nodules and benign nodules of PI%( $t=-1.95$ ,  $P>0.05$ ). **Conclusion** There were significant differences between benign and malignant nodules of the PF and BF on 320 rows DI-CTP, which is of great clinical value for the differential diagnosis of high <sup>18</sup>F-FDG uptake nodules.

**[Key words]** Fluorodeoxyglucose; Radionuclide Imaging; Perfusion Imaging; Solitary Pulmonary Nodules

肺结节良恶性的鉴别诊断一直是胸部影像学诊断的难点和热点,与其临床治疗和预后紧密相关,其<sup>18</sup>F-PDG PET/CT显像是依据肺结节对葡萄糖代谢的差异来判断分析其良恶性,具有较高的灵敏度和特异度,但部分炎性结节、结核球等也会出现高代谢(SUV $>2.5$ )等假阳性结果缺陷<sup>[1-2]</sup>。目前研究证实320排容积双入口CT肺结节灌注成像(DI-CTP),可对肺结节血供特点及其比例(体循环和肺循环)进行定量分析与测量,更能准确反映结节的血流动力学信息,有助于其定性诊断<sup>[3-4]</sup>。因此,本研究拟采用320排DI-CTP,探讨<sup>18</sup>F-PDG高摄取肺SPN的双入口灌注参数与病理的关系,以提高其良恶性鉴别能力。

## 1 材料与方法

**1.1 一般资料** 收集本院2016年7月~2018年10月间经手术或穿刺病理证实的,且均行<sup>18</sup>F-PDG PET/CT和320排DI-CTP扫描、<sup>18</sup>F-FDG摄取值SUV $\geq 2.5$ ,孤立性实性肺结节50例(直径范围1cm~3cm),男33例,女17例;年龄29~83岁,平均(58.6±3.36)岁。所以患者于检查后1个月内手术切除或CT引导下穿刺活检病理证实,依据病理结果将收集病例分为恶性结节30例(腺癌15例、鳞癌9例、支气管肺泡癌6例)与良性结节20例(炎性结节13例、活动性结核5例、错构瘤2例)。本研究符合医学伦理准则并获患者知情同意。

## 1.2 检查方法

采用东芝Aquilion One 320排容积扫描仪全肺灌注扫描，检查前对患者进行呼吸训练后屏气扫描。扫描参数：管电压80kV，管电流75mA，扫描时间0.5s，重建层厚0.5mm。先进行螺旋平扫定位，灌注扫描范围16cm(取决于肺内病灶位置，包括肺动脉干、左心房、病变及胸主动脉)，之后采用高压注射器静脉注射40~50ml碘海醇(350mg I/ml)，注射流率6ml/s，延迟2s后动态容积扫描，共17个容积，间隔2s，扫描时间34s。

<sup>18</sup>F PDG PET/CT检查采用GE Discovery STE64-PET/CT成像仪，所有患者禁食6h以上，常规测血糖均控制在6.60mmol/L以下，按0.1mCi/kg静脉注入示踪剂<sup>18</sup>F标记的脱氧葡萄糖(<sup>18</sup>F-FDG，放化纯>95%)，休息室静卧60min，饮温水500~800ml，充盈扩张胃肠道后行分别行躯干及脑PET/CT显像。显像包括CT平扫(120kV, 120mA，层厚2.5mm，螺距1.0)和PET扫描(3D扫描，扫描6~7个床位，每个床位2min)，经衰减校正后行迭代法重建，获得横断、矢状、冠状面CT、PET及二者融合图像，层厚2.5mm。

## 1.3 图像分析

应用体部灌注软件(dual-input body perfusion, DI)，先行图像校正对位，消除呼吸及运动伪影。然后将主动脉、肺动脉干认定为输入动脉，以左心房内对比剂达峰值的时间点作为区分体循环(峰值时间后)与肺循环(峰值时间前)的界值。经后处理获得三个灌注参数的伪彩图，包括肺动脉血流量(PF)、支气管动脉血流量(BF)及灌注指数(PI=PF/PF+BF)。沿肺结节边缘手动勾勒感兴趣区(ROI)尽量包括整个结节，需避开肉眼可见的血管、肺组织等，每个病灶

连续选取3个层面进行测量，取其平均值。

<sup>18</sup>F PDG PET/CT图像分析：测量肺结节最大标准摄取值(maximum standardized up-take value, SUV)，避开血管、肺组织等沿肺结节边缘勾画ROI，于每个病灶连续测量3个层面，取平均值。根据常规认为肺部良恶性肿瘤的临界值SUV=2.5进行分析，SUV≥2.5认为是高摄取(或恶性)。

**1.4 统计学分析** 采用SPSS 20.0进行统计学分析，所有计量资料都采用(±s)表示，多组均数差异的比较采用独立样本t检验，P<0.05为差异有统计意义。

## 2 结 果

**2.1 良恶性结节PET-CT影像表现及<sup>18</sup>F PDG SUV摄取均值比较** 本组病例中所有结节均为高于肺本底的放射性浓聚影，表现为结节状、斑片状浓淡不一放射性浓聚影(图1-10)。恶性结节SUV摄取值(6.63±2.35)高于良性结节(5.22±1.96)，但其差异无统计学意义(t=2.01, P>0.05)，见表1。

**2.2 DI-CTP 灌注分析** 良、恶性结节的DI-CTP灌注参数PF(t=2.79, P<0.01)、BF(t=2.74, P<0.01)间存在显著性差异，但PI%在良、恶性结节均值间无统计学意义(t=-1.95, P>0.05)，见表1。

## 3 讨 论

### 3.1 孤立性肺结节的CT灌注成像

孤立肺结节(solitary pulmonary nodule, SPN)是指肺实质内直径≤3cm的单发圆形或类圆形病变，其良恶性的鉴别诊断临床诊治重点和难点。目前，CT仍然是孤立肺结节的主要检查手段，常采用形态学特征再结合病变发生部位、密度、数量，然而诊断的准确性并不高，而传统CT灌注的血流量(blood flow, BF)、血容量(blood volume, BV)、平均通过时间(mean transit time, TTP)和表面通透性(permeability surface, PS)等可对SPN有比较好的鉴别诊断价值，但是研究结果表明在恶性结节组内有灌注参数值低于界值的，在良性结节组内也有灌注参数值高于界值的，说明良恶性结节都有差异性低血供或富血供的存在，主要原因是传统CT灌注成像是基于肺癌组织主要由支气管动脉供血<sup>[5-7]</sup>，而恶性结节(周围型肺癌)存在体循环和肺循环两种血供，即肺动脉(PA)与支气管动脉(BA)分别参与周围型肺癌血供<sup>[2-4, 8]</sup>。320排容积CT体部灌注软件(DI-CTP)能计算肺动脉和支气管动脉灌注参数来分析周围型肺癌的血供模式，将SPN内肺动脉和主动脉供血分开观察，因而不会遗漏供血相对少的那一部分血流灌注量，从而对肺孤立性结节的诊断提供可靠的信息<sup>[2-4]</sup>。

### 3.2 <sup>18</sup>F PDG PET/CT结合DI-

表1 良、恶性结节<sup>18</sup>F-FDG SUV值及CT灌注参数PF、BF(mL·min<sup>-1</sup>)及灌注指数PI(%)比较

	SUV	PF	BF	PI
良性	5.22±1.96	48.94±12.69	25.16±22.13	53.57±13.24
恶性	6.63±2.35	76.06±20.88	51.49±30.59	46.32±8.29
t	1.92	2.79	2.74	-1.95
P	0.64	<0.01	<0.01	0.062

**CTP在肺孤立性结节的鉴别诊断优势**  $^{18}\text{F}$  PDG PET/CT能够客观地反映肿瘤增殖活性，是决定其 $^{18}\text{F}$  PDG摄取值(SUV)的最关键的因素。PET/CT亦可结合同机CT形态学特征等方面来判断肺内结节的性质，但临床及影像医师对各种征象的把握准确性不一，目前还是以SUV值作为良恶性的鉴别主要指标，一般以SUV=2.5作为恶性的判断标准。但是对于肺内单发结节， $^{18}\text{F}$  PDG诊断敏感性、特异性较低，其主要原因是 $^{18}\text{F}$  PDG作为一种非特异性的肿瘤显像剂，任何有葡萄糖代谢增高的病变更均可引起 $^{18}\text{F}$  PDG PET显像的假阳性，常见的有结核、炎症、感染、肉芽肿疾病，而有些葡萄糖代谢不增高的肿瘤病变则可起 $^{18}\text{F}$  PDG PET显像的假阴性，如部分高分化腺癌、肺泡癌等<sup>[9]</sup>。在对于良恶性间SUV无显著性差异肺SPN，仅依据 $^{18}\text{F}$  PDG摄取程度，其鉴别诊断存在混淆。本文通过回顾性分析SUV $\geq 2.5$ 高摄取肺孤立性结节50例，其中良性结节占了一定比例，这对结节的定性诊断带来困扰。本组病例中恶性结节的肺动脉灌(PF)与支气管动脉灌注量(BF)高于良性结节，并表现为典型双血供，其中支气管动脉血流量[BF: (51.49 $\pm$ 30.59) $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ]所占比例明显增多(表1)，显著高于良性肺结节[(25.16 $\pm$ 22.13) $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ]，

因此，PF和BF可作为孤立性肺结节良恶性鉴别诊断主要参数之一(图1-2)。部分学者研究PI作为周围型肺与良性结节鉴别诊断敏感参数，与本文的研究有所区别；这可能本组病例选取病灶直径范围1~3cm孤立性肺结节为研究对象，与肺癌或周围型肺癌的血供分析有所不同，灌注参数与病灶大小有密切关系<sup>[10-11]</sup>。

总之， $^{18}\text{F}$  PDG PET-CT与320排DI-CTP是两种无创性、从肿瘤增值、血流动力学等方面评估SPN的功能成像技术，对SPN的良恶性鉴别诊断有重大价值。尤其是对高摄取的良性结节、分化程度较好的恶性结节，PET/CT结合DI-CTP参数进行综合判断是可作为降低 $^{18}\text{F}$  PDG假阳性或假阴性发生的有效方法之一，对临床治疗方案选择、肿瘤疗效判定及预后评估具有潜在的临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 范丽, 于红, 刘士远, 肖湘生, 等. 3cm以下肺恶性局灶性磨玻璃结节与实性结节螺旋CT征象对照[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(1): 16-19.
- [2] 彭楠, 陈殿森, 徐志宾. 320排CT双入口灌注参数诊断肺内占位性病变的初步探讨[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(7): 1157-1161.
- [3] 高垒, 杨青, 胡亚彬, 等. 双入口CT灌注评价肺腺癌和肺鳞癌血供特征[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(3): 419-422.
- [4] 许定华, 揭广廉, 夏俊, 等. 肺结节或肿块320排动态容积CT双入口灌注成像与病理的对照[J]. 放射学实践, 2017, 32(7): 705-709.
- [5] 葛欢, 王振光, 刘思敏, 等. 表现为纯磨玻璃密度结节的浸润性肺腺癌的PET-CT特征分析[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(6): 422-426.
- [6] 马金勇. 胸部CT平扫、灌注成像对中央型肺癌诊断及分型的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(6): 44-46.
- [7] 刘佩, 宋雅信, 常丽洋, 等. 320排CT双入口灌注参数预测肺癌纵隔淋巴结转移的应用价值[J]. 放射学实践, 2017, 32(12): 1261-1265.
- [8] 丁汉军, 杨蕊梦, 黄云海, 等. 320排CT首过灌注成像鉴别良恶性肺结节初探[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, (4): 16-17, 44.
- [9] 董科, 舒锦尔, 王利霞, 等. 不同病理阶段肺腺癌性磨玻璃结节PET/CT表现差异分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(11): 793-797.
- [10] FEI S, ZHI YONG Z, WEI X, etc. Differentiation between malignant and benign solitary pulmonary nodules: use of volume first-pass perfusion and combined with routine computed tomography[J]. European journal of radiology, 2012, 81(11): 3598-3605.
- [11] 黄婷婷, 李邦国, 孙辉, 等. 不同大小肺癌的双源CT灌注成像研究[J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(1): 141-143.

(本文图片见封三)

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-12-19

# 双入口容积CT灌注参数与PET/CT成像在孤立性<sup>18</sup>F-FDG高摄取肺结节中的应用

(图片正文见第65页)

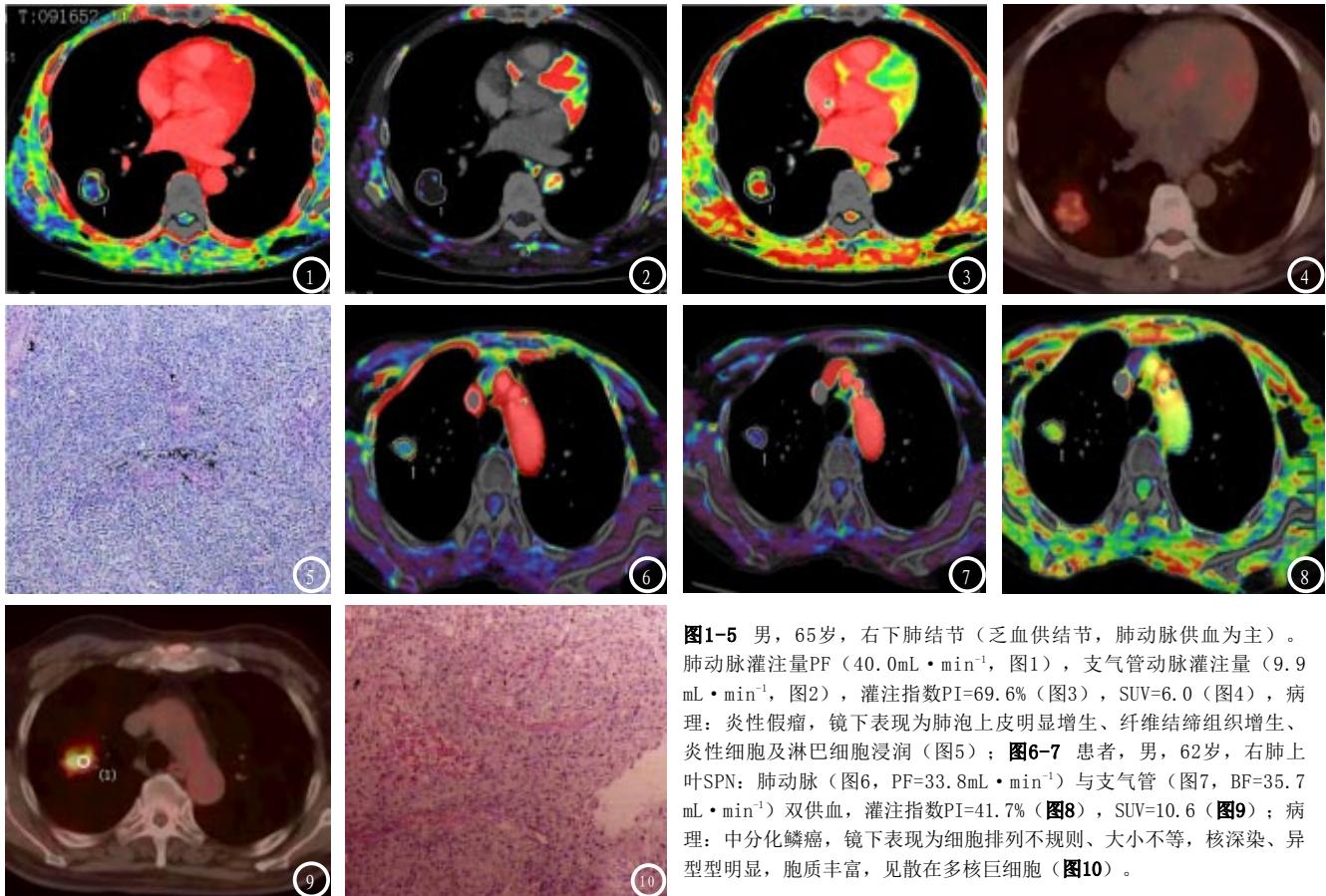


图1-5 男，65岁，右下肺结节（乏血供结节，肺动脉供血为主）。肺动脉灌注量PF ( $40.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 图1)，支气管动脉灌注量 ( $9.9 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 图2)，灌注指数PI=69.6% (图3)，SUV=6.0 (图4)，病理：炎性假瘤，镜下表现为肺泡上皮明显增生、纤维结缔组织增生、炎性细胞及淋巴细胞浸润 (图5)；图6-7 患者，男，62岁，右肺上叶SPN：肺动脉 (图6, PF= $33.8 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ) 与支气管 (图7, BF= $35.7 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ) 双供血，灌注指数PI=41.7% (图8)，SUV=10.6 (图9)；病理：中分化鳞癌，镜下表现为细胞排列不规则、大小不等，核深染、异型型明显，胞质丰富，见散在多核巨细胞 (图10)。