

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.26.024

胸腰椎体结核的¹⁸F-FDG PET/CT 影像特点研究

谭蓓蓓¹, 郭婧澜²

(西南医科大学附属医院:1.核医学科;2.检验科,四川泸州 646000)

[摘要] **目的** 探讨胸腰椎体结核的¹⁸氟-氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG)正电子发射断层扫描成像/计算机断层扫描成像(PET/CT)影像特点。**方法** 选取2007年1月至2015年5月于该院行¹⁸F-FDG PET/CT检查的98例胸腰椎体脊柱破坏患者为研究对象,根据病理学检查及随访结果分为结核组($n=27$)和非结核组($n=71$),比较两组病灶的¹⁸F-FDG PET/CT检查征象,采用二分类 Logistic 回归分析筛选出其中有统计学意义者。**结果** 结核组、非结核组分别发现42、114个病灶。结核组的病变累计连续椎体、椎间盘病变、椎体压缩性骨折、椎旁冷脓肿、“放射性冷区”、高病灶标准摄取值最大值(SUVmax)、略高 SUVmax 等征象的发生率显著高于非结核组($P<0.05$)。二分类 Logistic 回归分析结果表明,病变累计连续椎体、椎间盘病变、椎体压缩性骨折、椎旁冷脓肿、“放射性冷区”这5个征象是患者诊断为胸腰椎体结核的独立因素($P<0.05$)。其中病变累计连续椎体+椎间盘病变这个组合的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、Youden 指数为71.4%、81.6%、58.8%、88.6%、53.0%,诊断效能最高。**结论** 对胸腰椎体结核的诊断而言,病变累计连续椎体+椎间盘病变组合的诊断价值可能最高。

[关键词] 正电子发射断层显像术;脊柱结核;体层摄影术;鉴别诊断

[中图分类号] R817.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2017)26-3668-03

Study on ¹⁸F-FDG PET/CT imaging features of thoracolumbar tuberculosis

Tan Beibe¹, Guo Jinglan²

(1. Department of Nuclear Medicine; 2. Department of Laboratory, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan 646000)

[Abstract] **Objective** To investigate the ¹⁸F-FDG PET/CT imaging features of thoracolumbar tuberculosis. **Methods** Ninety-eight patients with thoracolumbar vertebral column destruction receiving ¹⁸F-FDG PET/CT examination in our hospital from May 2005 to January 2017 were selected as the study subjects and divided into the tuberculosis (TB) group ($n=27$) and non-TB group ($n=71$) according to the result of pathology examination and follow-up. The ¹⁸F-FDG PET/CT signs were compared between the two groups, and the binary classification Logistic regression was used to screen out the signs with statistical significance. **Results** Forty-two lesions and 114 lesions were detected in the TB group and non-TB group respectively. The incidence rates of continuous vertebral body involvement, intervertebral disc lesion, vertebral body compression fractures, cold abscess, "radioactive cold area", high lesion SUVmax and slightly higher SUVmax sign in the TB group were higher than those in the non-TB group ($P<0.05$). The binary classification Logistic regression analysis results showed that continuous vertebral involvement, intervertebral disc lesion, vertebral body compression fractures, cold abscess and "radioactive cold area" were the independent factors for diagnosis of thoracolumbar TB ($P<0.05$). The sensitivity, specificity, positive prediction value, negative prediction value and Youden index in the combination of continuous vertebral involvement + intervertebral disc lesion were 71.4%, 81.6%, 58.8%, 88.6%, 53.0%, respectively. **Conclusion** For the diagnosis of thoracolumbar TB, the combination of continuous vertebral involvement + intervertebral disc lesion has the highest diagnostic value.

[Key words] positron-emission tomography; thoracolumbar tuberculosis; tomography; differential diagnosis

骨结核是肺外结核的主要类型之一^[1-2],多发生在胸腰椎体^[3-4],常需行脊柱 X 线片、CT 等影像学及病理检查进行确诊。18 氟-氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-2-fluoro-D-glucose, ¹⁸F-FDG)正电子发射断层扫描成像/计算机断层扫描成像(PET/CT)是一种新型的解剖-功能显像设备^[5],可显示肺外结核的病灶形态、范围及活动性,为其早期诊治提供参考^[6],但其价格较为昂贵,主要应用于可疑脊柱肿瘤患者或诊断不明的全身多个部位的结核患者^[7-8]。国内有研究报道胸腰椎体结核的 PET/CT 显像结果,但多为个案报道,研究例数较少^[9-10]。本研究旨在比较胸腰椎体结核与其他椎体疾病的¹⁸F-FDG PET/CT 征象,筛选出有意义的征象,为临床提供参考依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2007 年 1 月至 2015 年 5 月于本院行

¹⁸F-FDG PET/CT 检查的 98 例胸腰椎体脊柱破坏患者为研究对象,其中男 55 例,女 43 例;年龄 20~79 岁,平均(43.6±13.3)岁。根据病理学检查及随访结果有 27 例确诊为胸腰椎体结核,归为结核组;其余 71 例患者归为非结核组,包括 25 例脊柱转移瘤,21 例淋巴瘤,15 例化脓性脊柱炎,5 例骨巨细胞瘤,4 例浆细胞瘤。所有纳入本研究者在行¹⁸F-FDG PET/CT 检查前均未行抗结核或相应治疗,临床资料完整可靠。本研究已通过医院伦理委员会的审核。

1.2 方法 所有患者均禁食、水 6 h 及以上,血糖控制在 6.8 mmol/L 及以下,安静休息 0.5 h 后静脉注射 4.0~5.0 MBq/kg 的¹⁸F-FDG,安静、避光地静卧休息 1 h 后行全身的 PET/CT 检查,先行低剂量的螺旋 CT 扫描,然后行 PET 发射扫描,范围是头颅顶部至股骨中段,图像采集后用有序子集最

大似然法(OSEM)进行重建,用 CT 扫描数据对 PET 断层图像进行衰减校正,再与 CT 扫描图像进行融合。图像分析由两名经验丰富,受过专业培训的核医学科医师独立进行分析,得出各自的结论,若意见不一致则由科内医师集体讨论决定。

结合以往文献和本院的经验,本研究最终选定以下 6 个征象进行重点观察和统计。(1)病变累计连续椎体:相邻的椎体、椎间盘和(或)椎旁软组织受到破坏;(2)椎间盘病变:椎体骨性融合、椎间隙变窄、代谢水平异常升高;(3)椎旁脓肿:密度低于临近肌肉,范围超过 1 个椎体,若脓肿的边缘出现环形高摄取则称为“热脓肿”,若略高摄取或无摄取则为“冷脓肿”;(4)椎体压缩性骨折;(5)病灶内放射性分布的均匀性:采用半定量法与目测法相结合的方法来进行判断,若无可见的放射性分布差异,则定义为放射性分布均匀,若目测有差异,则采用半定量法进一步判断,测量病灶临近正常椎体的 SUV 的平均值(SUVmean)及标准差(s),若病灶摄取值小于(SUVmean-s),则定义为不均匀,若病灶内 CT 图像上不均匀的部分超过总体积的 10%,则定义为“放射性冷区”,否则为单纯性分布不均匀;(6)病灶的标准摄取值的最大值(SUVmax):采用半定量法与目测

法相结合的方法来判断 SUVmax,若其与正常椎体一致则为正常 SUVmax,若高出正常椎体 SUVmax≤50%则为略高 SUVmax,>50%则为高 SUVmax。

1.3 统计学处理 采用 SPSS19.0 统计学软件进行统计分析,计数资料用率表示,组间采用 χ^2 检验。采用二分类 Logistic 回归分析筛选出有统计学意义的征象。检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组的病灶征象比较 结核组 32 例患者共发现 42 个病灶,非结核组 71 例患者共发现 114 个病灶。结果表明,结核组的病变累计连续椎体、椎间盘病变、椎体压缩性骨折、椎旁冷脓肿、“放射性冷区”、高 SUVmax、略高 SUVmax 等征象的发生率均高于非结核组,比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 二分类 Logistic 回归分析结果 以是否发生胸腰椎结核为因变量 Y,将表 1 中的各征象进行二分类 Logistic 回归分析,结果表明,病变累计连续椎体、椎间盘病变、椎体压缩性骨折、椎旁冷脓肿、“放射性冷区”这 5 个征象是患者诊断为胸腰椎结核的独立因素($P<0.05$),见表 2。

表 1 各组的病灶征象比较[n(%)]

组别	n	病变累计连续椎体	椎间盘病变	椎体压缩性骨折	椎旁脓肿		病灶内放射性分布的均匀性		SUVmax	
					热脓肿	冷脓肿	“放射性冷区”	单纯性不均匀	高	略高
结核组	42	31(73.8)	30(71.4)	23(54.8)	4(9.5)	9(21.4)	26(61.9)	6(14.3)	31(73.8)	14(33.3)
非结核组	114	35(30.7)	29(25.4)	23(20.2)	5(4.4)	1(0.9)	21(18.4)	33(28.9)	61(53.5)	21(18.4)
χ^2		23.367	27.605	17.658	0.695	18.318	27.568	3.519	5.228	3.922
P		<0.01	<0.01	<0.01	0.404	<0.01	<0.01	0.061	0.023	0.048

表 2 多因素 logistic 回归分析结果

项目	回归系数	标准误	OR	95%CI	Wald χ^2	P
病变累计连续椎体	1.897	0.759	6.669	1.507~29.521	6.250	0.012
椎间盘病变	2.189	0.813	8.930	1.815~43.943	7.252	0.007
椎体压缩性骨折	1.093	0.543	2.983	1.029~8.647	4.051	0.044
椎旁冷脓肿	2.585	0.916	13.266	2.203~79.883	7.965	0.005
“放射性冷区”	2.298	0.693	9.953	2.559~38.712	10.995	<0.01

表 3 各征象及其组合的诊断效能比较

项目	敏感度(%)	特异度(%)	阳性预测值	阴性预测值(%)	Youden 指数
病变累计连续椎体	73.8	69.3	47.0	87.8	43.1
椎间盘病变	71.4	74.6	50.8	87.6	46.0
椎体压缩性骨折	54.8	79.8	50.0	82.7	34.6
椎旁冷脓肿	21.4	99.1	90.0	77.4	20.6
“放射性冷区”	61.9	81.6	55.3	85.3	43.5
病变累计连续椎体+椎间盘病变	71.4	81.6	58.8	88.6	53.0
病变累计连续椎体+椎体压缩性骨折	47.6	86.8	57.1	81.8	34.5
病变累计连续椎体+椎旁冷脓肿	19.0	99.1	88.9	76.9	18.2
病变累计连续椎体+“放射性冷区”	57.1	84.2	57.1	84.2	41.4
椎间盘病变+椎体压缩性骨折	50.0	82.5	51.2	81.7	32.5
椎间盘病变+椎旁冷脓肿	16.7	99.1	87.5	76.4	15.8
椎间盘病变+“放射性冷区”	54.8	83.3	54.8	83.3	38.1
椎体压缩性骨折+椎旁冷脓肿	14.3	100.0	100.0	76.0	14.3
椎体压缩性骨折+“放射性冷区”	45.2	84.2	51.4	80.7	29.4
椎旁冷脓肿+“放射性冷区”	16.7	100.0	100.0	76.5	16.7

2.3 各征象及其组合的诊断效能比较 单个征象中,病变累计连续椎体的敏感度最高,达 73.8%,椎旁冷脓肿的特异度最好,达 99.1%,椎间盘病变的 Youden 指数最高,达 46.0。在各征象的组合中,病变累计连续椎体+椎间盘病变这个组合的 Youden 指数最高,达 53.0,是所有组合的最高值,见表 3。

3 讨论

目前临床上¹⁸F-FDG PET/CT 检查主要应用在恶性肿瘤的鉴别诊断中,在脊柱结核中应用较少,主要适用于通过 X 线片和常规 CT 检查仍难以确诊结核,且疑似脊柱肿瘤者。结核病的病理类型可分为增生性、干酪样坏死型及两者混合型,在¹⁸F-FDG PET/CT 检查中,干酪样坏死型的病灶对¹⁸F-FDG 的摄取较少,甚至没有摄取,而增生型及混合型病灶内含有大量的葡萄糖代谢旺盛的细胞,如 Langerhans 细胞、类上皮细胞、淋巴细胞等,故其对¹⁸F-FDG 的摄取较多^[11],PET 显像常常阳性。因此,¹⁸F-FDG PET/CT 检查除了可帮助临床上区分脊柱结核与肿瘤外,还能判断病灶的病理类型,引导穿刺定位,有助于获取有价值的病理结果^[12]。同时,动态观察其对 FDG 的代谢水平改变能提示病灶对结核药物的反应,指导其下一步的治疗^[13]。

本研究筛选出了 5 个有诊断价值的征象,发现病变累计连续椎体+椎间盘病变这个组合的诊断效能最高,可见联合形态学和功能学特点进行综合诊断的效果最佳。病变累计连续椎体是结核病灶的常见形态学改变,在本研究中所有单个征象中敏感度最高,病灶沿着椎间盘及椎旁组织进行侵袭,但有时不会出现软组织肿块等明显改变,故常规 CT 扫描容易漏诊,而 PET 检查能通过代谢水平的改变来更清晰地判断出相邻椎体之间的联系。椎间盘病变包括椎体骨性融合、椎间隙变窄、代谢水平异常升高等,由于椎体的特殊血液供应,脊柱结核多首先侵犯椎体前部的终板下,然后逐渐蔓延到椎间盘,同时通过前纵韧带累及相邻的椎体,故病变累计连续椎体与椎间盘病变两个征象同时出现时的频率最高,其综合诊断价值高于任何单个征象及组合。

本研究还发现椎旁冷脓肿这个征象的特异度最高,是脊柱结核最特异的表现,在非结核组中仅发现 1 例化脓性脊柱炎患者有此表现,但该征象在结核患者中的敏感度不高,这是由于冷脓肿是结核病灶出现大量的干酪样坏死后的表现,较为少见。椎体压缩性骨折是脊柱破坏较严重后出现的一种表现,故敏感度不高。“放射性冷区”是放射性分布不均匀的一种表现,虽然其敏感度不高,但其特异度较好,Youden 指数仅次于椎间盘病变这个征象,鉴别诊断的价值较高,这是由于结核病灶内部的病理改变程度不一致,引起病灶对¹⁸F-FDG 的摄取不均匀引起。此外,虽然单因素分析结果表明结核组的高 SUVmax、略高 SUVmax 这两个征象的发生率明显高于非结核组,但其最终都没有纳入到回归模型中,可见¹⁸F-FDG 是一种非特异性的显像剂,其代谢水平的高低对胸腰椎结核的鉴别诊断没有非常明显的应用价值,与以往研究结果类似^[14-15]。本研究仍有不足之处:研究为单中心研究,纳入的例数不多,且均为出现骨质破坏的进展期脊柱结核患者,未包含早期脊柱结核患者及儿童脊柱结核者。

综上所述,对胸腰椎结核的诊断而言,病变累计连续椎体、椎间盘病变、椎体压缩性骨折、椎旁冷脓肿、“放射性冷区”

这 5 个¹⁸F-FDG PET/CT 征象具有意义,其中病变累计连续椎体+椎间盘病变组合的诊断价值最高。

参考文献

- [1] 吴铮,张泽华,许建中. 重庆地区脊柱结核耐药情况流行病学调查初步报告[J]. 重庆医学,2010,39(11):1420-1421.
- [2] Heye T, Stojkovic M, Kauczor H, et al. Extrapulmonary tuberculosis: radiological imaging of an almost forgotten transformation artist[J]. Rofo,2011,183(11):1019-1029.
- [3] 胡章勇,刘晓林. 胸腰椎结核 32 例临床诊治[J]. 重庆医学,2010,39(13):1705-1706.
- [4] 张峰,刘东锋,潘贤成,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 对脊柱结核的诊断价值[J/CD]. 功能与分子医学影像学杂志(电子版),2014,3(2):30-33.
- [5] 邓智勇,刘长江,董燕玉. ¹⁸F-FDG-PET/CT 融合显像诊断孤立性肺结节的价值[J]. 重庆医学,2013,42(4):379-381.
- [6] 柳伟坤,李向东,尹吉林,等. 肺外结核¹⁸F-FDG PET/CT 显像的诊断价值[J]. 南方医科大学学报,2013,33(7):1083-1086.
- [7] 刘桂超,高硕,蔡莉,等. 肺外结核 39 例临床表现与¹⁸F-氟脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层成像-CT 的特点分析[J]. 中华结核和呼吸杂志,2012,35(3):184-188.
- [8] 于景来. 6 例脊柱肿瘤误诊为脊柱结核临床分析[J]. 中国实用医药,2011,6(29):184-185.
- [9] 高欣,杨春山,石华铮,等. 多发非连续性脊柱结核的¹⁸F-FDG PET/CT 应用价值[J]. 中国医学影像学杂志,2014,22(3):195-198.
- [10] 俞浩楠,陈秋松,邢喜玲,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 诊断脊柱结核 1 例[J]. 中国医药指南,2014,12(31):263,280.
- [11] Jniene A, Soualhi M, Bouassel M, et al. Epidemiological, therapeutic and evolutionary profiles in patients with lymph node tuberculosis [J]. Tuberk Toraks, 2010, 58(4):366-374.
- [12] Rivas-Garcia A, Sarria-Estrada S, Torrents-Odin C, et al. Imaging findings of Pott's disease[J]. Eur Spine J, 2013, 22 Suppl 4:S567-578.
- [13] Sathekge M, Maes A, Kgomo M, et al. Use of ¹⁸F-FDG PET to predict response to first-line tuberculostatics in HIV-associated tuberculosis [J]. J Nucl Med, 2011, 52(6):880-885.
- [14] 邱大胜,胡晓燕,彭辽河,等. 肺外结核¹⁸F-FDG-PET/CT 误诊分析[J]. 临床放射学杂志,2012,31(11):1567-1571.
- [15] Yeh CL, Chen LK, Chen SW, et al. Abnormal FDG PET imaging in tuberculosis appearing like mesothelioma: anatomic delineation by CT can aid in differential diagnosis [J]. Clin Nucl Med, 2009, 34(11):815-817.