

## 肺癌的 MR 全身 DWI 与 PET 成像的对照研究

康厚艺, 张伟国, 金榕兵, 陈金华

**【摘要】** 目的:探讨 MR DWI 及 PET 成像在肺癌诊断及鉴别诊断中的应用价值。方法:26 例临床高度怀疑为肺癌且接受了 PET 检查的患者行 MR DWI 检查,通过三维图像重组及黑白翻转技术,得到“类 PET”图像,观察病变的形态、大小和分布,并与 PET 影像进行比较,在工作站上测量肺部病变的 ADC 值及 SUV 值,进行相关性分析。最终的诊断结果依据影像学检查、病理诊断和随访复查共同确定,其中肺癌 19 例,肺部炎性假瘤 1 例,慢性炎症 4 例,淋巴结反应性增生 2 例。结果:以病理结果为金标准,PET 检出肺癌的敏感度为 100%,特异度为 57.1%;MR DWI 的敏感度为 94.7%,特异度为 71.2%。肺癌与炎性病变的 ADC 值及 SUV 值差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ),肺癌病灶的 ADC 值与 SUV 值没有明显线性相关关系( $r = -0.293, P > 0.05$ )。结论:MR DWI 及 PET 成像对肺癌的诊断有较高的敏感度及特异度,两种方法互为补充,可为肺癌的诊断及鉴别诊断提供更多的信息。

**【关键词】** 肺部病变; 扩散加权成像; 正电子发射断层摄影术

**【中图分类号】** R445. 2; R730. 4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)03-0286-04

### Comparison of whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging and positron emission tomography in lung cancer

KANG Hou-yi, ZHANG Wei-guo, JIN Rong-bing, et al. Department of Radiology, Third Affiliated Hospital and Research Institute of Surgery, Third Military Medical University, Chongqing 400042, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To compare the clinical application of whole-body DWI and PET in the diagnosis and differential diagnosis for lung cancer patients. **Methods:** 26 patients who had been highly suspected of lung cancer and had undergone PET underwent whole-body DWI (19 cases of lung cancer, 1 of inflammatory pseudotumor, 4 of chronic inflammation and 2 of reactive hyperplasia of lymph node). All native axial images were reformatted by 3D-MIP and the grey scale was subsequently inverted against to obtain “similar to PET” images. The appearance, size and distribution of lesions were observed and compared with those of PET. The definitive diagnosis was confirmed with radiological, pathological and follow-up evidences. The ADC and SUV values of pulmonary lesions were measured and the correlations of them were analysed statistically. **Results:** Taking pathology results as the gold standard, the sensitivity and specificity of PET on the diagnosis of lung cancer lesions as 100% and 57.1%, the sensitivity and specificity of whole-body DWI were 94.7% and 71.2%. The differences of both of the ADC and SUV values between lung cancer lesion and inflammatory disease were significant ( $P < 0.01$ ). There was no significant linear correlation between the ADC and SUV values of lung cancer lesions ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Whole-body DWI and PET have a high sensitivity and specificity on the diagnosis of lung cancer lesions, they can complement each other for providing more information for the diagnosis and differential diagnosis of lung cancer lesions.

**【Key words】** Pulmonary diseases; Diffusion-weighted imaging; Positron emission tomography

肺癌是所有致死的恶性肿瘤中最常见的一类疾病,治疗的关键取决于术前早期诊断<sup>[1]</sup>,以及早期的外科手术切除、晚期的放化疗和支持治疗<sup>[2,3]</sup>。因此,早期发现病变、确定病变的性质及有无转移灶对治疗及预后至关重要。而越来越多的研究表明 MR DWI 有望成为又一种检测肿瘤的全身扫描技术,包括肺部疾病、肝脏占位、乳腺疾病及淋巴结病变<sup>[4-6]</sup>。与 PET 相比,它的优势不仅体现在无电离辐射、无需注射对比剂,并且检查费用低廉,适于临床广泛应用。本研究着重对比分析 MR DWI 与 PET 成像两种方法在肺

癌诊断及鉴别诊断中的临床应用价值。

### 材料与方法

#### 1. 一般资料

搜集 2008 年 9 月~2009 年 6 月临床高度怀疑为肺癌且进行了 PET 和全身 MR DWI 检查的 26 例患者的病例资料,男 21 例,女 5 例,年龄 39~78 岁,平均 51 岁。其中肺癌 19 例,炎性假瘤 1 例,慢性炎症 4 例,淋巴结反应性增生 2 例。主要临床表现为咳嗽、咳痰、痰中带血、胸痛、喘累、呼吸困难、饮水呛咳和纳差。9 例肺癌及 1 例炎性假瘤经手术病理证实,3 例肺癌经纤维支气管镜活检证实,3 例肺癌和 1 例慢性炎症经皮穿刺活检证实,3 例慢性炎症经抗炎治疗后病灶接近消失,2 例淋巴结反应性增生经 PET、CT 等影

作者单位:400042 重庆,第三军医大学附属医院野战外科研究所放射科(康厚艺、张伟国、陈金华),核医学科(金榕兵)

作者简介:康厚艺(1983-),女,重庆人,住院医师,主要从事神经影像学工作。

通讯作者:张伟国, E-mail: wguo. zhang@gamil. com

像学检查随访减小或消失,4例肺癌经影像学检查及CEA等肿瘤标志物共同确定。PET检查和全身MR DWI检查时间间隔不超过两天。

## 2. MRI检查方法及图像后处理

应用GE Signa HDx 1.5T双梯场超导型MR扫描仪,采用体线圈进行扫描。所有患者均常规行胸部横轴面、矢状面及冠状面 $T_1$ WI、 $T_2$ WI和压脂 $T_2$ WI扫描。为了观察病变大小、位置及远隔器官受累情况,所有患者行全身STIR-DWI扫描,扫描过程采用多次分段法。受试者仰卧于扫描床上,平静呼吸,扫描分6段完成,每段40层,扫描范围200mm;在完成一段数据采集后,检查床前进至下一段扫描,每一段扫描时间约4min,扫描范围从头至膝关节,总扫描时间约30min。对全身进行轴位分段扫描的参数:TR 5100ms,TE 97.1ms,激励次数4,矩阵 $128 \times 128$ ,层厚7.0mm,层间距-1.0mm。 $b=0$ 和 $600 \text{ s/mm}^2$ 。扫描结束后在ADW 4.3工作站上利用ADD/SUB软件包将各序列STIR图像合并到一个序列中,通过三维图像重组及黑白翻转技术,得到“类PET”图像。观察病变的信号特点及显示情况。两位胸部放射学诊断医师独立阅片,出现意见分歧时经讨论达成一致意见。MR-DWI上高信号病灶为阳性病灶,观察时应注意与正常背景噪声的高信号相鉴别,最后记录病灶部位及显示的病灶数,如多个病变融合则计为一个病灶。用随机软件包处理后获得表观扩散系数图(ADC map),并在断层ADC图像上选定病灶最大层面测量ADC值,分别测量病灶实质、远端阻塞性炎症区域或淋巴结的ADC值。兴趣区的选择用统一的大小并测量多个值得到平均数。

## 3. PET检查方法

患者静脉注入放射性核素示踪剂(氟代脱氧葡萄糖,即 $^{18}\text{F}$ -FDG),使用Siemens ECAT EXCAT HR+型PET扫描仪,分别于60和180min时三维采集数据,发射扫描5min,透射扫描2min。受检者空腹 $>6$ h,经血糖测定仪确认血糖在正常水平(糖尿病患者需经临床控制血糖到正常范围后再行检查)。 $^{18}\text{F}$ -FDG显像剂由本所PET中心生产(仪器为CTI RDS111型回旋加速器及自动化合成模块),产品PH值7.3,放化纯度 $>95\%$ 。图像重建后由两位核医学科诊断医师确认放射性核素浓聚灶,并记录病变标准摄取量(standardised uptake value, SUV)。

## 4. 统计学分析

以病理结果综合多种影像学检查为“金标准”,计算PET检查及MR DWI检查的特异性及敏感性。使用SPSS 17.0软件包,良性与恶性病变的ADC值及SUV值比较首先进行方差分析,然后采用独立样本 $t$

检验分析两组间均数的差异;肺癌病灶的ADC值与SUV值相关性分析使用Pearson积矩相关分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结果

### 1. MR DWI与PET成像检出病灶的情况

MR DWI与PET成像两种方法检出病灶的分布情况大多一致,且对于检出的肺与纵隔病变,两种方法显示同处病灶的信号强度也较一致(图1)。

PET成像诊断肺癌22例(其中19例证实为肺癌,3例证实为炎性假瘤或慢性炎症);诊断慢性炎症及肺门淋巴结非特异性炎症各2例,患者经抗炎治疗及随访观察病变消失。MR DWI诊断肺部恶性肿瘤20例,其中18例证实为肺癌,1例为炎性假瘤(图2),1例为慢性炎症;诊断4例炎性病变,其中3例证实为炎性病变,1例为肺癌;另外2例PET提示肺门淋巴结反应性增生的患者MR-WB-DWI检查无异常发现。因此,以病理结果为金标准,PET检出肺癌的敏感度为 $100\%$ (19/19),特异度为 $57.1\%$ (4/7);MR DWI检查的敏感度为 $94.7\%$ (18/19),特异度为 $71.2\%$ (5/7)。将病变分为纵隔及肺门、骨关节、其它部位这种,统计两种方法检出转移灶的情况,MR DWI共检出22处,其中纵隔及肺门12处,骨关节15处,其它部位(包括肝脏2处,肾上腺、腹膜后和子宫附件各1处);PET检出全身转移灶31处,其中纵隔及肺门8处,骨关节18处,其它部位同MR DWI。

### 2. ADC值及SUV值的测量

肺癌实质、转移淋巴结和炎性包块的ADC值分别为 $(0.789 \pm 0.13) \times 10^{-3}$ 、 $(0.837 \pm 0.16) \times 10^{-3}$ 和 $(1.050 \pm 0.06) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,肺癌实质及炎性包块的SUV值分别为 $7.37 \pm 4.00$ 和 $2.88 \pm 1.16$ 。肺癌实质与炎性包块间ADC值差异有统计学意义( $t = -3.720, P < 0.01$ ),而肺癌实质与转移淋巴结间ADC值差异无统计学意义。肺癌实质与炎性包块间SUV值差异有统计学意义( $t = 2.437, P < 0.01$ )。

### 3. ADC值与SUV值相关性分析结果

本研究将肺癌病灶的ADC值与SUV值(60min时)作相关性分析,相关系数为 $-0.293$ ( $P = 0.254$ ),两者无显著线性相关关系。

## 讨论

全身MR DWI作为一种最新的DWI技术,可以在自由呼吸下完成大范围的扫描,通过三维图像重组及黑白翻转技术,从而得到“类PET”图像,直观地显示全身病变的部位、形态和大小<sup>[7]</sup>。由于全身DWI采用更快的脉冲序列及空间分辨力的提高,此项检查才

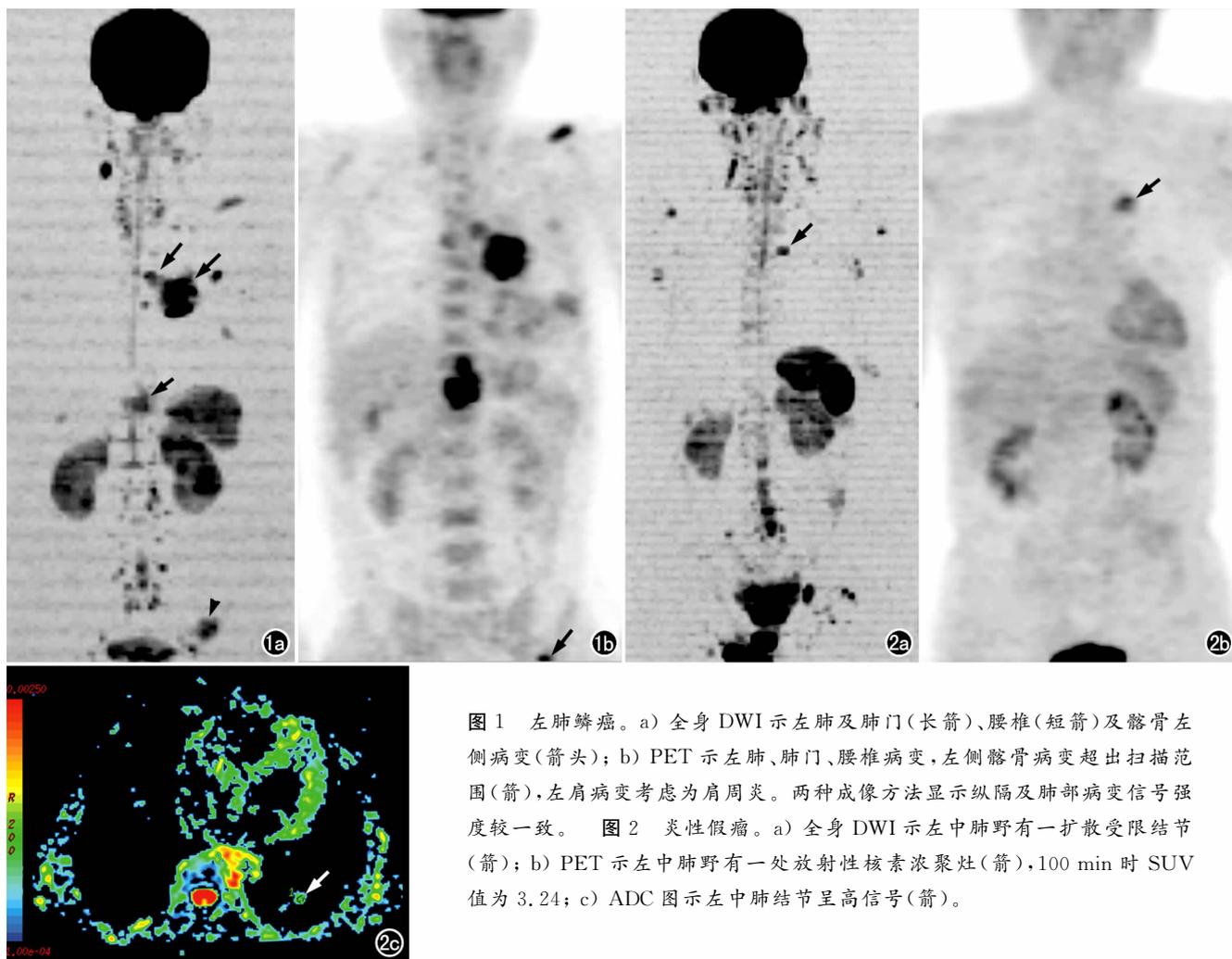


图1 左肺鳞癌。a) 全身DWI示左肺及肺门(长箭)、腰椎(短箭)及肋骨左侧病变(箭头); b) PET示左肺、肺门、腰椎病变,左侧肋骨病变超出扫描范围(箭),左肩病变考虑为肩周炎。两种成像方法显示纵隔及肺部病变信号强度较一致。图2 炎性假瘤。a) 全身DWI示左中肺野有一扩散受限结节(箭); b) PET示左中肺野有一处放射性核素浓聚灶(箭),100 min时SUV值为3.24; c) ADC图示左中肺结节呈高信号(箭)。

能用于受呼吸运动和心脏搏动等生理运动干扰较大的胸部。而全身大范围的扫描更利于对肺癌患者远处转移灶的发现和肿瘤临床的分期。

### 1. MR DWI及PET对肺癌的诊断效能

在MR DWI上,双肺和纵隔呈低信号:因为肺实质含大量气体导致信号缺失,纵隔由于其脂肪丰富和心脏大血管的流空效应而在STIR-EPI序列上也呈低信号。经三维图像重组,原发肿瘤、淋巴结转移等均呈明显高信号,两肺及纵隔的组织学特征使肺部病变在良好的背景抑制上易于观察。在本组研究结果显示,MR DWI对于两肺实质病变及纵隔淋巴结的显示非常敏感。从形态上看,恶性病变通常表现为边界清楚的扩散受限结节,而良性病变表现为边界不清的片状浅淡影,可以根据病灶的形态及信号强度更好地区分其良恶性,但也存在肺癌表现为边界模糊浅淡影的情况,造成本研究中1例患者的误诊,从而降低MR DWI对肺癌诊断的准确性。PET检查利用恶性肿瘤细胞具有高葡萄糖代谢的特点, $^{18}\text{F}$ -FDG参与葡萄糖的早期代谢过程,被肿瘤细胞大量摄取,形成 $^{18}\text{F}$ -FDG-6-磷酸,不能参与下一步代谢而滞留堆积在肿瘤细胞

内从而被检测到,因此,本研究中PET检查诊断肿瘤敏感度也较高。但 $^{18}\text{F}$ -FDG反映的是所有存活细胞一切代谢活动对葡萄糖利用的量,人体内的生理、病理过程大多数以葡萄糖作为能量来源,炎症反应中的趋化和吞噬等都消耗能量,也摄取 $^{18}\text{F}$ -FDG。所以,它常受到生理性摄取、炎症反应、结节病等良性疾病的干扰,易出现假阳性。在本研究中,有3例炎症病变被PET误诊为肺癌,可能因病变正处于炎症活动期。基于两种检查方法的技术特点和本研究的结果,笔者认为PET检查诊断肺癌的敏感度高于“类PET”检查,而特异度却低于后者。

### 3. 两种方法检出转移灶的比较

骨骼是肺癌较常见的转移部位,大约有一半患者最终会出现多个部位的骨转移。骨转移早期一般无任何症状,而MR DWI对各系统尤其是骨骼系统病灶的显示有良好的敏感性<sup>[8]</sup>。本研究中MR DWI较PET检出更多骨关节病变,经常规MRI检查及随访证实,与PET检查相同的15个病灶均为转移瘤,而仅MR DWI检出的病变中有1例为血管瘤;1例常规扫描无异常发现,随访3个月后患者出现脊膜脊髓转移,但椎

体信号无改变;1例活检穿刺证实为转移瘤的病灶超出了PET检查的扫描范围。因此,笔者认为,MR DWI图像中骨关节尤其是椎体的异常信号,应注意与一些良性病变相鉴别,此时建议行局部常规MRI增强扫描及随访观察明确以诊断。在肺门及纵隔淋巴结转移病灶的检出方面,PET检出更多病变,仔细对比图像发现,PET图像上显示的相邻肺门淋巴结在MR DWI上分界不清,这是由于两种方法的成像原理不同所致。另外,PET检出的肾上腺区病变及MR DWI检出的子宫附件病变,在常规MRI、CT增强等扫描中未发现异常改变,出现了假阳性,两种方法对腹部病变的显示效果稍差,有待技术进一步完善。

#### 4. 肺部病变的定量测定指标

扩散成像的原理是体现分子的热运动,生物膜结构的限制和大分子物质(如蛋白质)对水分子的吸附作用是影响水分子扩散的主要因素。恶性肿瘤通常由于细胞繁殖旺盛,细胞直径较大,细胞外容积减少,细胞构成比正常组织的密度高,同时生物膜结构对水分子扩散的限制明显,ADC值降低。吴华伟等<sup>[9]</sup>报道中央型肺癌的平均ADC值为 $(1.05 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,周围型肺癌平均ADC值为 $(1.10 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,各种炎性病变的平均ADC值为 $(1.69 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ;周围型肺癌与炎性病变的ADC值差异有统计学意义。本研究中肺癌及转移淋巴结的ADC值低于炎性病变,与以往文献相符。PET检查反映恶性肿瘤细胞高代谢的特点,表现为放射性浓聚,因此可以通过SUV值的大小鉴别肺部病变的良恶性。虽然以往文献有报道ADC值及SUV值在鉴别肺部良恶性病变中的运用<sup>[9]</sup>,但将MR DWI检查与PET检查对比分析的报告目前尚未见。肿瘤的恶性程度越高,往往细胞繁殖越旺盛,需要的能量物质如葡萄糖的利用越明显,所以对应病灶的SUV值越高。同时,细胞繁殖旺盛使得细胞密度越高,ADC值越小。因此,从理论上讲,SUV值和ADC值也存在一定的负相关,而本组中并未显示两个数值有很好的相关性,原因可能是样本量不够,且SUV值及ADC值人工测量的误差等。DWI与PET显示的病灶信号强度的一致性,也说明了两种方法在一定程度上可以反映肿瘤的

恶性程度。但是本组数据仅限于肺部及纵隔的病灶,在骨关节及其它系统的病灶中不易表现为信号强度的一致性。

#### 5. 本研究的缺点和全身DWI应用的局限性

本研究结果显示,全身MR DWI和PET检查在检出肺癌原发灶、转移淋巴结及骨关节转移灶上均有较高的敏感性及特异性。但本研究仍存在以下缺点:样本量过小;ADC值的测量仍然存在误差;颈部、上臂及腋窝等处背景干扰大,病变显示的可信度降低,影响了对这些部位病变的诊断,因此有待进一步的完善技术和提高成像质量。

#### 参考文献:

- [1] Ohno Y, Koyama H, Onishi Y, et al. Non-small cell lung cancer: whole-body MR examination for M-stage assessment utility for whole-body diffusion-weighted imaging compared with integrated FDG PET/CT[J]. *Radiology*, 2008, 248(2): 643-654.
- [2] Deslauriers J. Current surgical treatment of nonsmall cell lung cancer[J]. *Eur Respir J*, 2002, 35(Suppl): S61-S70.
- [3] Krupnick AS, Kreisel D, Hope A, et al. Recent advances and future perspectives in the management of lung cancer[J]. *Curr Probl Surg*, 2005, 42(8): 540-610.
- [4] Tanimoto A, Nakashima J, Kohno H, et al. Prostate cancer screening: the clinical value of diffusion-weighted imaging and dynamic MR imaging in combination with T<sub>2</sub>-weighted imaging[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 25(1): 146-152.
- [5] Matoba M, Tonami H, Kondou T, et al. Lung carcinoma: diffusion-weighted MR imaging-preliminary evaluation with apparent diffusion coefficient [J]. *Radiology*, 2007, 243(2): 570-577.
- [6] Abdel Razek AA, Soliman NY, Elkhmary S, et al. Role of diffusion-weighted MR imaging in cervical lymphadenopathy[J]. *Eur Radiol*, 2006, 16(7): 1468-1477.
- [7] Takahara T, Imai Y, Yamashita T, et al. Diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression (DWIBS): technical improvement using free breathing, STIR and high resolution 3D display[J]. *Radiat Med*, 2004, 22(4): 275-282.
- [8] 康厚艺, 张伟国, 金榕兵, 等. 肿瘤MR全身弥散加权加权成像与PET成像初步对比[J]. *中国医学影像技术*, 2010, 26(4): 748-751.
- [9] 吴建华, 程杰军, 许建荣, 等. 肺部疾病MR背景抑制扩散成像应用初探[J]. *中华放射学杂志*, 2008, 42(1): 56-59.

(收稿日期: 2010-03-02 修回日期: 2010-11-02)