

论著

## WB-DWI联合常规CT/MRI在恶性肿瘤全身转移中的应用价值

泰山医学院附属医院医学影像科

(山东 泰安 271000)

刘辉 闫呈新 李长勤

**【摘要】目的** 探讨全身弥散加权磁共振成像(whole body diffusion-weighted MRI, WB-DWI)及其联合常规CT/MRI诊断恶性肿瘤转移灶的临床应用价值。**材料与方法** 对76例恶性肿瘤患者进行WB-DWI检查,所有恶性肿瘤患者均在7天内完成常规CT及MR检查。采用双盲法由两名资深影像医师对所有WB-DWI图像以及CT、MR图像进行分析。所有转移瘤均经手术或穿刺后病理学检查、影像学资料、实验室检查或随访至少3个月证实。统计单独应用WB-DWI和WB-DWI联合常规CT/MRI对转移瘤诊断的灵敏度、特异度和准确度;比较两者在转移瘤的诊断中是否存在统计学差异。**结果** 单独应用WB-DWI诊断转移瘤的灵敏度为75.9%,特异度为25%,准确度为69.8%;WB-DWI联合CT/MRI诊断转移瘤的灵敏度为94.8%,特异度为67.5%,准确度为91.5%。经卡方检验,两者对恶性肿瘤全身转移灶的检出率具有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** WB-DWI联合CT/MRI是诊断恶性肿瘤全身转移灶合理、有效的检查手段,具有较高的临床应用价值。

**【关键词】**磁共振成像;弥散加权成像;肿瘤; b值;转移

**【中图分类号】**R730.46; R445.2

**【文献标识码】**A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.02.29

通讯作者: 李长勤

# The Values of WB-DWI in Combination with Conventional CT/MRI in Diagnosing Systemic Metastases from Malignant Tumors

LIU Hui, YAN Cheng-xin, LI Chang-qin. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Tai Shan Medical University, Taian 271000, P.R. China

**[Abstract]** **Objective** To explore the values of whole body diffusion-weighted MRI (WB-DWI) and WB-DWI in combination with conventional CT/MRI in diagnosis of metastases of malignant tumors. **Materials and Methods** 76 patients with malignant tumors underwent WB-DWI examinations. Patients with malignant tumors underwent conventional CT and MRI examinations within a week, few of which underwent enhanced CT OR MRI scan. Two experienced imaging physicians analyzed all of WB-DWI, CT and MR images by double-blind method. All metastases were confirmed by surgery or puncture pathology, imaging data and laboratory tests or follow-up at least 3 months. The sensitivity, specificity and accuracy in the diagnosis of metastases of WB-DWI and WB-DWI in combination with conventional CT/MRI were compared. **Results** The sensitivity, specificity and accuracy in detecting systemic metastases from malignant tumors were 75.9%, 25%, 69.8% respectively by WB-DWI, and 94.8%, 67.5%, 91.5% respectively by WB-DWI in combination with conventional CT/MRI. By the chi-square test, there were statistical differences in detecting systemic metastases from malignant tumors between the two methods ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** WB-DWI in combination with conventional CT/MRI is a reasonable and effective screening tool in detecting systemic metastases from malignant tumors, with high clinical value.

**[Key words]** Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Weighted Imaging; Tumor; B Value; Metastasis

临床确定恶性肿瘤后需要了解其他部位是否存在转移,这对确定肿瘤的分期,确定治疗方案及评估患者的预后都有极其重要的作用。PET/CT是目前常用的用于全身转移性病灶筛查的检查方法。但由于存在假阳性,检查费用昂贵,必须注射正电子放射性药物( $^{18}\text{F-FDG}$ )以及存在电离辐射等缺点,致使该种检查方法难以普遍应用于临床<sup>[1]</sup>。为此,本研究应用WB-DWI结合常规CT、MRI作为探查恶性肿瘤全身转移的方法,探讨其在恶性肿瘤全身转移中的临床检出应用价值。

## 1 材料和方法

**1.1 受试对象** 收集在2010年10月至2012年3月于我院就诊的76例恶性肿瘤患者。76例恶性肿瘤患者中,男性41例,女性35例,年龄24~78岁,平均年龄 $52 \pm 14.3$ 岁,中位年龄54岁。其中食道癌(16例),肺癌(19例),胃癌(8例),乳腺癌(3例),肝癌(7例),肾癌(2例),结肠癌(4例),直肠癌(5例),膀胱癌(2例),前列腺癌(2例),卵巢癌(1例),骨外尤文氏肉瘤(1例),鼻咽癌(2例),宫颈癌(4例)。全部受试对象均无MR检查禁忌症且同意并签署了知情同意书。

## 1.2 影像设备和检查方法

1.2.1 影像设备:采用美国GE公司生产的Signa HD 1.5T超导型磁共振以及GE Lightspeed 64排128层螺旋CT扫描仪。

1.2.2 检查方法:所有恶性肿瘤患者均先行WB-DWI扫描,无论有无发现转移瘤,均在7天内完成常规CT、MR检查,对可疑病变更进行局部

CT或MR增强扫描。

1.2.2.1 WB-DWI扫描：采用MR内置线圈进行信号采集，扫描序列：SE-EPI序列，扫描参数：TR 5100ms, TE 103ms, TI 180ms, matrix 96×128, FOV 40cm×40cm, thickness 7mm, overlap -1mm, NEX 4, b值0, 600s/mm<sup>2</sup>。仰卧位，足先进，身体正中线与床面正中线一致，双上肢置于身体两侧，患者制动，平静呼吸。扫描矢状位定位光标正对人体正中矢状线，轴位定位光标正对眉弓。轴位扫描，根据患者身高共分6~8段完成，每段采集30层，用时4分15秒。将第一段和第四段获得的频率相加，然后取其平均值作为每段扫描的中心频率。

1.2.2.2 CT及常规MR扫描：扫描范围的大小及参数的选择根据扫描部位而定。CT常规扫描所需层厚5mm，层间距5mm，从上到下连续无间隔扫描。常规MR扫描图像包括T1WI、T2WI、DWI，部分部位可加做FLAIR或STIR。

### 1.3 图像后处理及ADC值测量方法

1.3.1 图像后处理：SE-EPI序列扫描结束后，全部原始数据在图像工作站经FUNCTOOL软件进行图像叠加，然后经3D-MIP重建成三维立体图像(WB-DWI)，后者经图像黑白翻转技术获得类PET图像，也可加上伪彩获得彩色图像。利用旋转技术对获得的三维图像按照一定的角度旋转，得到多方位的三维立体图像。

1.3.2 ADC值测量方法：在恶性肿瘤患者中，兴趣区(region of interest, ROI)根据病变大小选择10~20mm<sup>2</sup>。每个部位选定2~3个兴趣区，取其均值作为每个部位的ADC值。

1.4 影像分析 采用双盲法由两名资深影像医师对所有WB-

表1 不同部位转移瘤ADC值(b值=600s/mm<sup>2</sup>, 单位: 10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)

各部位转移瘤	数目	ADC值范围	平均ADC值
脑转移瘤	31	0.871~1.550	1.312±0.227
肺转移瘤	39	1.140~2.010	1.681±0.226
肝转移瘤	24	0.635~1.680	1.143±0.353
肾上腺转移瘤	20	1.170~1.930	1.729±0.048
骨转移瘤	108	0.879~1.700	1.247±0.232
转移性淋巴结	61	0.823~1.530	1.164±0.272
其他转移瘤	8	1.270~1.740	1.505±0.163

表2 WB-DWI对不同部位转移灶的检出率

部位	WB-DWI			检出率(%)
	真阳性	假阴性	假阳性	
肝脏	20	4	6	83.3
骨	99	9	19	91.6
淋巴结	43	18	5	70.5
脑	25	6	0	80.6
肺	8	31	0	23.1
肾上腺	19	1	0	95.0
其他	7	1	0	87.5
全部	221	70	30	75.9

表3 WB-DWI及WB-DWI联合CT/MRI与金标准诊断恶性肿瘤全身转移的对照

金标准	WB-DWI		WB-DWI+CT/MRI		合计
	+	-	+	-	
+	221	70	276	15	291
-	30	10	13	27	40
合计	251	80	289	42	331

表4 WB-DWI与WB-DWI联合CT/MRI诊断转移瘤的结果比较

WB-DWI	WB-DWI+CT/MRI		合计
	+	-	
+	231	20	251
-	58	22	80
合计	289	42	331

DWI以及CT、MR图像进行分析。每个异常信号区计为1处，多个病灶相互融合趋势者亦计为1处。

转移瘤临床诊断标准：病理学检查；影像学资料(CT、MRI或US)及实验室检查；病人随访至少3个月以上病灶明显增大，数目增多或经临床放化疗治疗后肿瘤明显缩小或消失。

1.5 统计分析方法 采用统计学软件SPSS13.0。比较WB-DWI+MR/CT与单独应用WB-DWI诊断恶性肿瘤全身转移瘤有无差异( $\chi^2$ 检验)。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结 果

### 2.1 转移瘤的WB-DWI表现

76例恶性肿瘤患者中，除9例无转移外，67例存在全身转移灶291处。各部位转移瘤ADC值范围及平均ADC值详见表1。全身不同部位的转移性病灶在WB-DWI上表现为白色高信号；类PET图像上表现为黑色低信号；彩色WB-DWI图像上表现为红色或黄色的区域(图1~15)。坏死囊变区信号强度下降。

2.2 WB-DWI对不同部位转移灶的检出情况及WB-DWI与WB-DWI联合CT/MRI诊断恶性肿瘤全身转移的结果对照 67例恶性肿瘤患者存在全身不同部位的转移，临

床可疑转移部位331处，按照转移瘤的临床诊断标准，共发现转移灶291处。单独应用WB-DWI发现251处异常信号区，WB-DWI联合CT/MRI发现289处异常信号区。WB-DWI对各部位转移灶的检出情况详见表2。以临床诊断作为转移瘤诊断金标准，对WB-DWI与WB-DWI联合CT/MRI诊断转移瘤的情况进行评价，详见表3、4。

从表3可以看出，单独应用WB-DWI诊断恶性肿瘤全身转移的灵敏度为75.9%，特异度为25%，

假阴性率为24.1%，假阳性率为75%，准确度为69.8%；WB-DWI联合CT/MRI诊断恶性肿瘤全身转移的灵敏度为94.8%，特异度为67.5%，假阴性率为5.2%，假阳性率为32.5%，准确度为91.5%。表4中的数据经卡方检验，P值小于0.05，差异有统计学意义。因此，WB-DWI联合CT/MRI诊断恶性肿瘤全身转移灶的检出率高于WB-DWI。

### 3 讨 论

WB-DWI可在平静呼吸状态下完成全身较大范围的扫描，时间短、费用低、无辐射、图像直观，全身背景信号被充分抑制，从细胞分子水平反映出组织结构的微细变化，因而能够在病变出现形态学变化前就能发现病变<sup>[2,3]</sup>。通过图像后处理，达到类似正电子发射型计算机体层摄影的效果，因而又被形象地称为“类PET”技术<sup>[4]</sup>。但WB-DWI的空间分辨率存在一定的不足，容易受伪影干扰，CT具有良好的密度分辨

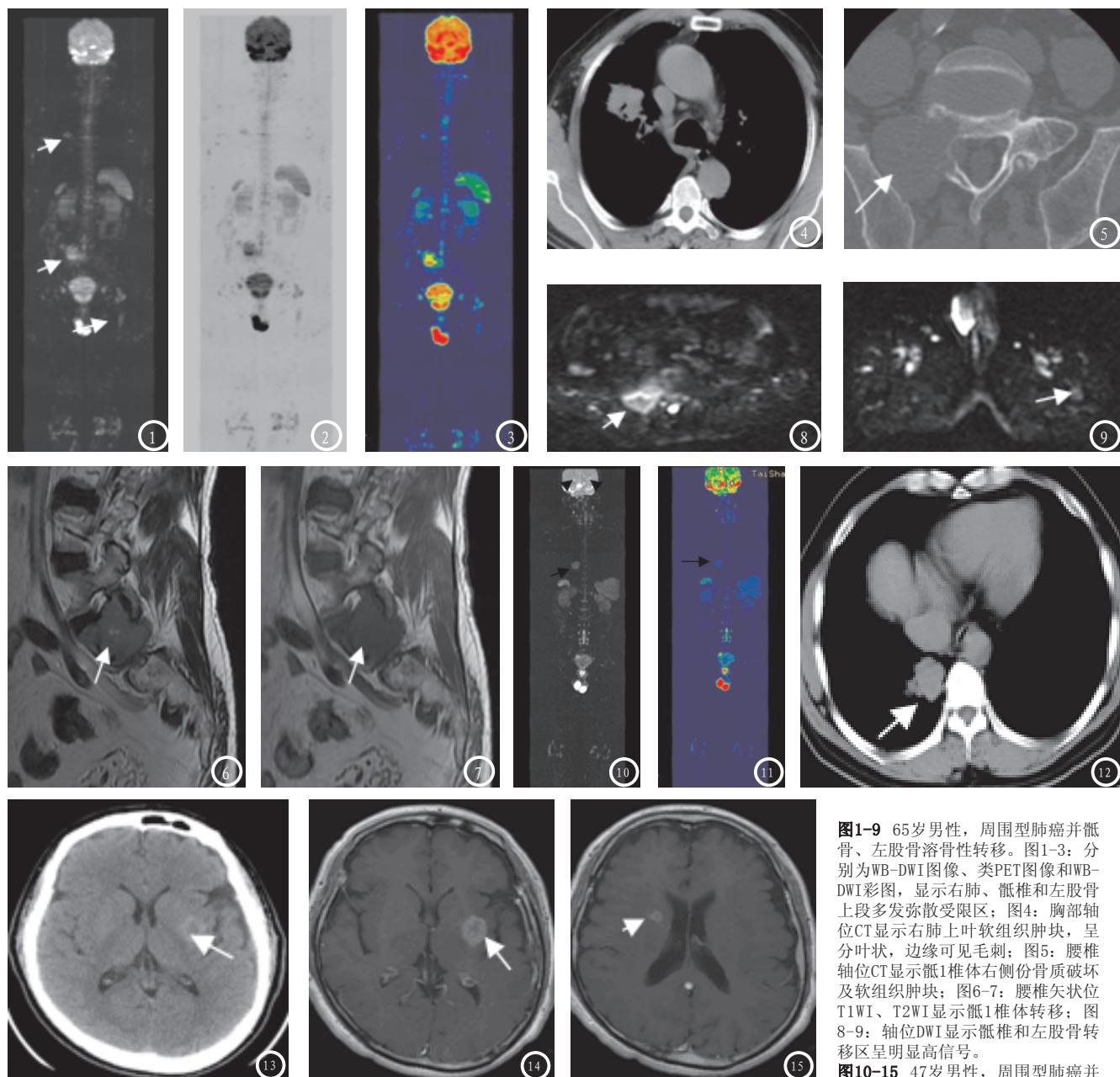


图1-9 65岁男性，周围型肺癌并骶骨、左股骨溶骨性转移。图1-3：分别为WB-DWI图像、类PET图像和WB-DWI彩图，显示右肺、骶椎和左股骨上段多发弥散受限区；图4：胸部轴位CT显示右肺上叶软组织肿块，呈分叶状，边缘可见毛刺；图5：腰椎轴位CT显示骶1椎体右侧份骨质破坏及软组织肿块；图6-7：腰椎矢状位T1WI、T2WI显示骶1椎体转移；图8-9：轴位DWI显示骶椎和左股骨转移区呈明显高信号。

图10-15 47岁男性，周围型肺癌并脑转移。图10-11：分别为WB-DWI图像和WB-DWI彩图，显示右肺、双侧脑实质多发弥散受限区；图12：胸部轴位CT显示右肺下叶软组织肿块，呈分叶状；图13：颅脑CT显示左侧基底节区转移灶；图14-15：颅脑轴位T1WI增强扫描显示双侧脑实质内多发异常强化灶。

率和较高的空间分辨率，常规MR具有良好的组织分辨率和组织对比度。因此，WB-DWI联合CT和常规MRI不仅能够起到互补作用，弥补各自存在的不足，而且能够更敏感地探测到病变的位置及病变的范围，提高病变的检出率和准确度。

**3.1 WB-DWI在转移瘤诊断中的价值** 本研究中以骨转移瘤最多，占全部转移瘤的37.1%，其次为淋巴结转移，占全部转移瘤的21.0%。WB-DWI对转移瘤总的检出率为75.9%，但由于不同组织结构的正常WB-DWI信号不同，造成了WB-DWI对不同部位转移瘤检出率的差异。WB-DWI对肾上腺转移瘤的检出率最高(95%)，其次为骨转移瘤(91.6%)和肝转移瘤(83.3%)，而对肺转移瘤的检出率最低(23.1%)。正常肾上腺在WB-DWI呈低信号，肿瘤细胞浸润导致弥散受限，表现为明显高信号。正常骨骼主要是由黄骨髓和大量钙盐组成，在充分的背景抑制下呈明显低信号，恶性组织侵入骨髓后，由于细胞的增殖，水量的增加，在WB-DWI表现为正常低信号骨髓内的明显高信号。据一些国内学者<sup>[5]</sup>研究，通过对495例恶性肿瘤骨转移患者WB-MRI分析，WB-MRI对骨转移瘤的灵敏度为89.9%，与本研究结果基本一致。本组骨转移瘤中，以椎体转移瘤最多，其次为骨盆转移瘤，这主要是与椎体和骨盆的血供丰富和血流缓慢有关。正常肝脏由于T2本底效应，具有较高的ADC值，在WB-DWI呈低信号，也有利于高信号转移灶的显示；正常脑实质由于本身血流高灌注的特点，在WB-DWI呈高信号，因此对于转移瘤尤其是较小的病灶容易被遮蔽。正常淋巴结在WB-DWI可以表现为高信号，以双侧腋窝、腹股沟区显示最为清晰，为对称点状高信

号，转移性淋巴结的ADC值升高，且在WB-DWI表现为淋巴结的非对称性增大。

综上所述，WB-DWI对不同部位转移瘤的检出率有较大差异，WB-DWI对于肾上腺、骨髓、肝脏和脑实质的转移瘤较为敏感，而对肺转移瘤和纵膈、盆腔转移性淋巴结的检出率仍有一定限度。国内学者<sup>[6]</sup>报道，PET-CT和WB-DWI对转移性病变的检出率方面有很好的一致性。然而，它们对不同组织或器官的敏感性不同。PET-CT对于肺内的病变更加敏感，而WB-DWI对颅内和骨骼病变更加敏感。

**3.2 WB-DWI+CT/MRI在转移瘤诊断中的价值** 本组52例恶性肿瘤患者，WB-DWI联合CT/MRI发现289处异常信号区，单独应用WB-DWI发现251处异常信号区。经卡方检验，两者具有统计学差异( $P < 0.05$ )。另外有学者报道应用CT/MRI检查诊断转移瘤的灵敏度和准确性仅为66.27%和66.37%，WB-DWI联合CT/MRI检查明显高于该种检查手段<sup>[7]</sup>。

根据WB-DWI联合CT/MRI诊断转移性病变，出现13处假阳性病灶。其中，椎体和肋骨8处，WB-DWI表现为斑片状轻中度高信号，CT表现为圆形或不规则形低密度影，但经随访3个月后未见明显异常变化，考虑为骨质的退行性改变或小的骨血管瘤。误诊腹膜转移2处，分别为一例直肠癌和一例卵巢癌患者，CT表现局部腹膜稍增厚，WB-DWI由于局部肠管信号的重叠未能清晰显示，经细胞学检查未检出癌细胞。3处为鼻咽癌和食管癌患者误诊颈部淋巴结转移，WB-DWI表现为颈部不对称高信号，CT和MRI表现为颈部轻度增大的淋巴结，经穿刺活检未查出癌细胞。有学者认为对于浅表淋巴结良恶性的鉴别，彩超通过淋

巴结内血流特征，测量最大皮质厚度和径线比等能够很好的鉴别<sup>[8]</sup>。另外，还包括15处假阴性病灶。其中，盆腔转移性淋巴结漏诊8处，WB-DWI未表现出异常信号或由于盆腔内肠道和生殖器的高信号遮蔽未能显示，常规CT、MRI显示淋巴结未见明显增大，术后经淋巴结病理学检查发现癌细胞的存在，考虑可能是由于转移早期肿瘤细胞较少，致使水分子弥散无明显受限。骨转移瘤漏诊3处，包括1处颈椎微小的溶骨性转移，WB-DWI由于颈部伪影重，图像分辨率较低未能显示，CT表现为局部骨质密度稍减低，常规MRIT1WI、T2WI信号变化不明显，STIR呈略高信号，经随访3个月后病灶出现明显骨质破坏，证实为骨转移瘤的存在；2处为腰椎的成骨性转移误认为骨岛，WB-DWI未显示，CT表现为椎体内斑点状高密度影，边缘清晰，周围骨质未见明显异常，腰椎MRI显示小圆形长T1短T2信号，随诊3个月病变更明显扩大，诊断为椎体成骨性转移瘤。脑转移瘤漏诊4处，为1例肾癌患者脑实质内多发大小不等的转移瘤，WB-DWI可见脑内较大的转移瘤的多发弥散受限区，CT为多发低密度结节，周围可见广泛低密度水肿区，常规MRI表现为多发的长T1长T2信号，MR增强扫描可见脑内4处微小转移瘤的强化。总之，WB-DWI联合CT/MRI能明显提高转移瘤诊断的准确度，减少转移瘤的漏诊和误诊比例。因此，在病人行WB-DWI检查后，为了将假阳性率和假阴性率减小到最低，应进行常规CT/MR扫描。由其当病人出现原发肿瘤以外的临床症状时，应积极寻找有无转移灶的存在，对临床决定治疗方案及患者预后都有及其重要的意义。据报道<sup>[9]</sup>，PET-CT诊断恶性肿瘤转移灶的灵敏度约为90%，准

确度约80%。而本研究WB-DWI联合CT/MRI诊断恶性肿瘤全身转移的灵敏度(Sn)为94.8%，准确度为91.5%，因此，在临床中有理由认为WB-DWI联合CT/MRI是诊断转移瘤合理、有效的检查手段。

## 参考文献

- 聂伟霞, 刘鹏程, 邹立秋. 磁共振扩散加权成像在全身转移瘤中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 09(3): 70-72.
- Vilanova JC, Barceló J. Diffusion-weighted whole-body MR screening[J]. European Journal of Radiology, 2008, 67(3): 440-447.
- Jose G, Raya M Sc. Methods and applications of diffusion imaging of vertebral bone marrow[J]. Magn Reson Imaging, 2006, 24(6): 1207-1220.
- 程国英, 刘长柱. 磁共振全身扩散加权成像技术在恶性肿瘤中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 08(2): 60-63.
- Wu LM, Gu HY, Zheng J, et al. Diagnostic value of whole-body magnetic resonance imaging for bone metastases: a systematic review and meta-analysis[J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 34(1): 128-135.
- Wang N, Zhang M, Sun T et al. A comparative study: Diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression and hybrid Positron Emission Computed Tomography on detecting lesions in oncologic clinics[J]. Eur Radiol, 2011, 47(3): 5412-5416.
- 于韬, 罗娅红, 何翠菊等. WB-DWI结合常规CT/MRI诊断恶性肿瘤全身脏器转移[J]. 临床放射学杂志, 2011, 25(8): 403-406.
- Bedrosian I, Bedi D, Kuerer HM, et al. Impact of clinicopathological factors on sensitivity of axillary ultrasonography in detection of axillary nodal metastases in patients with breast cancer[J]. Annals of Surgical Oncology, 2003, 10: 1025.
- Martinez M, Ziegler S, Beyer T. PET and PET/CT: basic principles and instrumentation[J]. Recent Results Cancer Res, 2008, 170(2): 1-23.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2015-01-05

(上接第 89 页)

膝关节软骨是一层覆盖在骨关节表面的透明组织，常规X线片根本无法显示其软骨结构。但是，MRI对膝关节软骨破坏、损伤或退变的显示均较明显，特别是应用time new romantine new romanPGR序列进行三维重构，可清晰显示关节软骨的轻微或早期病变<sup>[11]</sup>。MRI具有清晰度高、分辨率高、多参数成像、任意方位扫描、非侵入性等显著特征<sup>[12]</sup>，不仅可以准确扫描病变部位及形态，而且还可以进行关节镜盲区(半月板前角和下面)的扫描，对膝关节相关病变可做出定性甚至定量的评价，几乎达到了与关节镜相一致甚至更优的检查效果<sup>[13]</sup>。此外，由于膝关节的组织结构较复杂且信号多样，所以MRI诊断也会出现假阴性或假阳性。

本文的结果显示，观察组(MRI诊断组)在诊断IV期关节软骨

损伤和III级半月板损伤的检出率均显著高于对照组(CT诊断组)(P < 0.05)。观察组软骨和半月板损伤的总检出率分别为94.1%和96.6%与关节镜检查相当，但是对照组软骨和半月板损伤的总检出率低于关节镜检查，分别为86.8%和87.9%。本文的结果表明MRI在诊断膝半月板和关节软骨损伤的准确率要高于CT诊断。

## 参考文献

- 张琳. 膝关节半月板损伤的MRI诊断价值[J]. 医学理论与实践, 2013, 26(18): 2474-2476.
- 刘亚飞, 陈为军. 320层动态容积CT诊断外伤性心肌梗死一例[J]. 临床误诊误治, 2013, 11: 106.
- 张云泉, 李锦青, 乔清. 32例膝关节应力性骨髓水肿MRI诊断分析[J]. 西南国防医药, 2011, 1: 66-68.
- 磁共振成像(MRI)在腰椎间盘突出症诊断上的价值[J]. 华南国防医学杂志, 2013, 11: 847-849.
- 杨勇, 刘勇. 成人股骨头缺血性坏死的螺旋CT与MRI诊断价值对比[J]. 中国医药指南, 2011, 9(9): 257-259.
- 江浩. 骨与关节MRI [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2011: 25.
- Stoller DW, Martinc C, Crues JV. Meniscal tear: pathological correlation with MR imaging [J]. Radiology, 1987, 163(3): 731-735.
- 于晓明. CT诊断骨性关节炎的表现[J]. 影像与检验, 2009, 16: 175.
- 李瑞雄. 膝关节半月板撕裂的CT诊断[J]. 广州医药, 2001, 32(3): 47.
- 周吉明, 王超, 罗伟, 等. 膝关节半月板损伤22例低场强MRI诊断分析[J]. 中国误诊学杂志, 2009, 13: 3231-3232.
- 熊昆. 探讨X线与MRI在膝关节退行性骨关节病变中的诊断分析. 哈尔滨医药, 2013, 33(1): 38-39.
- 吴朋, 吕国士. 颅面骨纤维异常增殖症25例CT和MRI影像学表现分析[J]. 解放军医药杂志, 2012, 5: 51-54.
- 易正湘, 刘建滨, 刘宝荣. 半月板损伤的磁共振诊断与关节镜结果对照分析[J]. 医学临床研究, 2004, 21(2): 134-136.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2015-01-05