

背景抑制扩散加权成像与PET/CT 在恶性肿瘤转移性病变中的临床应用

沈茜刚¹, 周良平¹, 彭卫军¹, 毛健¹, 张灵¹, 顾雅佳¹, 姚之丰², 程竞仪²

1. 复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032;
2. 复旦大学附属肿瘤医院核医学科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] 背景与目的: 抑制扩散加权成像(diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression, DWIBS), 是一种可用于全身检查的核磁共振成像技术, 尤其可以较好的显示转移病灶、淋巴结及骨骼系统病变。该文旨在评价DWIBS与正电子发射计算机断层摄影(positron emission tomography with computed tomography, PET/CT)在恶性肿瘤转移性病变中的临床应用价值。方法: 对36例手术或穿刺病理证实为恶性肿瘤且有转移的患者行DWIBS扫描, 并与PET/CT结果相对照, 统计学采用 χ^2 检验、Kappa一致性检验比较分析。结果: 36例恶性肿瘤患者共有238个转移性病灶, 其中DWIBS检出218个(91.6%, 218/238), PET/CT检出209个(87.8%, 209/238), 且DWIBS和PET/CT同时检出200个转移性病灶, 两者的一致率为88.7%(211/238), 但两种检查在检出转移病灶数目方面差异无统计学意义($\chi^2=1.843, P=0.157$); Kappa检验两种检查的一致程度尚可($P=0.000$)。DWIBS和PET/CT在检出脑及骨转移方面差异均有统计学意义($P=0.005$ 和 0.031), 但在检出淋巴结及肝脏转移方面差异均无统计学意义($P=0.309$ 和 1.000)。结论: DWIBS扫描技术可有效检出恶性肿瘤转移性病灶。与PET/CT相比, 差异无统计学意义($P>0.05$)。DWIBS检出脑、骨转移较PET/CT敏感, 临床工作中可根据原发肿瘤特点, 有针对性的选择DWIBS作为筛查转移病灶的方法之一。

[关键词] 背景抑制扩散加权成像; 核磁共振成像; 肿瘤; 转移; 正电子发射计算机断层摄影

DOI: 10.3969/j.issn.1007-3969.2015.06.009

中图分类号: R730.43 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639(2015)06-0457-11

Clinical application study on malignant metastatic diseases between DWIBS and PET/CT SHEN Xigang¹, ZHOU Liangping¹, PENG Weijun¹, MAO Jian¹, ZHANG Ling¹, GU Yajia¹, YAO Zhifeng², CHENG Jingyi² (1.Department of Radiology, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2.Department of Nuclear Medicine, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: ZHOU Liangping E-mail: zhoulp-2003@163.com

[Abstract] **Background and purpose:** Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS) can be used for magnetic resonance imaging systemic examination, especially in examining the metastatic lesions, lymph node and bone diseases, and the imaging result is similar with PET. This study aimed to evaluate the application value of magnetic resonance DWIBS and positron emission tomography with computed tomography (PET/CT) on malignant metastatic diseases. **Methods:** Thirty-six patients confirmed with malignant tumors accompanying metastasis by the pathology of operation or biopsy underwent both DWIBS imaging and PET/CT, chi-square test and Kappa test were used for comparing the detection results of metastasis by these 2 imaging methods. **Results:** Among the 36 malignant tumor patients with 238 metastatic lesions, 218 (91.6%, 218/238) lesions in DWIBS and 209 (87.8%, 209/238) lesions in PET/CT were detected, with 200 lesions detected by the two methods simultaneously, and the concordance rate was 88.7% (211/238); but there was no statistical significance between this two methods ($\chi^2=1.843, P=0.157$). Kappa test showed a fair concordance rate between DWIBS and PET/CT ($P=0.000$).

There were different significance between DWIBS and PET/CT in detecting metastatic lesions of brain and bone ($P=0.005$ and 0.031); But there was no significant differences ($P=0.309$ and 1.000) in detecting metastatic lesions of lymph nodes and liver. **Conclusion:** DWIBS could detect metastatic lesions effectively, and there is fine consistency with PET/CT. DWIBS is more sensitive than PET/CT in detecting metastatic lesions of brain and bone, so DWIBS could be choosed for screening metastatic lesions according to the characteristics of different primary tumors.

[Key words] Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression; Magnetic resonance imaging; Tumor; Metastasis; Positron emission tomography with computed tomography

恶性肿瘤的早期发现、早期诊断、早期治疗, 在提高患者的生活质量、改善预后方面意义重大。而早期及时发现恶性肿瘤有无转移性病变, 对疾病的治疗及预后尤为重要。目前常用的一次检查便可全身成像的正电子发射计算机断层摄影(positron emission tomography with computed tomography, PET/CT)被认为是肿瘤患者诊断、随访最可靠和稳定的成像方式^[1-2]。近几年发展起来的全身MRI检查已被证实在检测肿瘤和描述骨转移特点方面优于核素骨显像^[3-4]。而磁共振功能成像中的扩散加权成像(diffusion-weighted magnetic resonance imaging, DWI), 是目前唯一能在活体上进行水分子扩散测量与成像的方法, 基于该技术而研发的背景抑制扩散加权成像(diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression, DWIBS)技术是一种可用于全身检查的核磁共振成像技术, 尤其可较好显示转移病灶、淋巴结及骨骼系统病变。本研究主要运用DWIBS与PET/CT两种检查方法对恶性肿瘤转移性病灶的检出进行比较分析, 旨在探讨DWIBS扫描技术在恶性肿瘤转移性病变中的应用价值。

1 资料和方法

1.1 研究对象

收集在复旦大学附属肿瘤医院2011年6月—2012年6月期间, 有完整病例资料, 经手术或穿刺病理证实为恶性肿瘤, 同时伴有转移, 且在本院行PET/CT及DWIBS检查的患者36例。两种检查的间隔时间不超过7 d, 且随访时间不少于6个月。本研究将有心脏病、心理疾病、植入性器械、妊娠妇女、幽闭恐惧症及不愿做DWIBS

检查的患者均排除在外。

1.2 一般资料

36例恶性肿瘤患者中, 男性17例, 女性19例, 年龄34~82岁, 中位年龄56.53岁。包括肺癌7例(腺癌2例、小细胞肺癌3例、鳞癌2例); 鼻咽癌3例(均为鳞癌); 乳腺癌4例(均为浸润型导管癌); 结肠癌5例(1例绒毛管状腺瘤、3例腺癌、1例重度不典型增生伴癌变); 淋巴瘤3例(均为B细胞淋巴瘤); 胰腺癌10例(均为腺癌); 卵巢癌2例(1例浆液性乳头状癌、1例高级别浆液性腺癌); 肝癌1例(腺癌); 胃癌1例(腺癌)。其中12例由穿刺细胞病理学证实, 24例则由手术病理诊断证实。

1.3 检查方法及参数设置

DWIBS检查采用GE公司的1.5T Signa TwinSpeed with Excite超导型磁共振扫描仪, 梯度场强度为25 mT/m, 梯度场切换率为77 mT/m·s和150 mT/m·s。患者仰卧, 头先进, 线圈采用设备自带体线圈, 在自由呼吸情况下, 分8段(第一段: 头部, 第二段: 颈部, 第三段: 上胸部至剑突, 第四段: 剑突至上腹部第一腰椎上缘, 第五段: 第一腰椎上缘至骨盆髂嵴上缘, 第六段: 骨盆髂嵴上缘至股骨中段, 第七段: 股骨中段至膝关节髌骨上缘, 第八段: 膝关节髌骨上缘至小腿中段水平)进行横断位DWI扫描, 每段扫描30层, 扫描范围共1 434 mm, 除去段与段之间的重叠, 还有1 392 mm的扫描范围, 大约从颅顶至小腿中段水平。采用STIR-EPI DWI序列进行扫描, 参数为: $b=600$ s/mm²、TR 3380 ms、TE 100 ms、TI 180 ms、层厚6 mm、间隔0 mm、矩阵128×130、FOV 40 cm、NEX 4。每段扫描时间2.56 min, 总扫描时间为20.48 min。由于颈部图像容易变形失真, 故扫描时颈部后方加以电解质垫。对怀

疑转移处行局部常规MRI扫描,椎体常规采用矢状位T1WI、T2WI、STIR及增强T1WI扫描,其他部位根据需要常规采用横断位和(或)矢状位和(或)冠状位T1WI、T2WI加脂肪抑制序列及增强T1WI扫描。

PET/CT扫描采用德国Siemens公司的BIOGRAPH 16HR PET/CT和融合CT SENSATION 16。检查前准备:血糖水平要求,空腹4 h以上,血糖10 mmol/L以下;上机前3 min饮水600 mL充盈胃,并排尽小便;去除体表金属异物;注射氟代脱氧葡萄糖(^{18}F -fluorodeoxyglucose, ^{18}F -FDG),剂量0.2 mCi/kg,注射后平卧休息(45 min以上)至检查开始。PET扫描时间:2 min/床位,共6~7床位;CT扫描时间22.0~28.8 s;层厚5 mm、间隔4.7 mm、矩阵512、FOV 500 mm,全身3D采集图像。

1.4 图像处理及评价

所有患者的DWI图像均在ADW 4.3工作站应用functool软件进行后处理,将分离的各序列DWI图像通过后处理软件合并到一个序列中并成全身图像,然后再三维(three dimension, 3D)重建得到大范围最大信号强度投影(maximum intensity projection, MIP)图像,并将所获得的全身DWIBS图像进行黑白反转。同时进行图像质量评价,具体分级标准为^[5]。

①质量好:背景抑制充分且均匀,各结构显示清晰,无阶梯伪影;②质量一般:背景信号欠均匀,图像外围略见低信号,或部分显示不清,或出现轻度阶梯伪影;③质量差:背景抑制不充分,图像外围出现明显低信号区或有伪影干扰,各结构显示不清或出现严重的阶梯伪影。

1.5 图像分析方法

本研究以符合下列条件之一为判断转移的标准:①由手术或穿刺病理证实为转移的病灶;②常规MRI和(或)CT上有典型表现并评价为转移的病灶;③随访6个月期间,以相同成像方式进行检查,结果未治疗的病灶有所进展或治疗后病灶减少/消失。根据以上情况判定的转移病灶,即使在DWIBS和(或)PET/CT上未显示也

定性为转移。计数方法:骨转移根据不同部位的病灶个数计数;淋巴结以个数计数,若融合成团,则计数为一个;脑、肝、肺的转移以该部位的具体个数计数。

所有病例均由两位从事影像诊断5年以上的放射科医师在不知相关临床资料(仅知道原发肿瘤病史)和其他影像结果的情况下进行横断位、矢状位、冠状位及黑白反转图像的观察和分析解读,并记录DWIBS图像上的高信号病灶部位及数目。PET/CT图像的分析由两位从事核医学影像诊断5年以上的核医学科医师在不知相关临床资料(仅知道原发肿瘤病史)和其他影像结果的情况下进行观察和分析解读,并记录PET/CT图像上放射性摄取增高病灶的部位及数目。遇到判定转移有争议的病灶,交由一名更高年资经验丰富的副主任以上医师,在同样不知情的情况下再分析,由此最后确定病灶性质是否为转移。

本研究将DWIBS结果与PET/CT结果进行比较,根据PET/CT的显像特点,本研究对象包括淋巴结、软组织和骨骼系统。且这些研究对象即可同时被DWIBS和PET/CT检出,也可只被其中一种检查方法检出。

1.6 统计学处理

所获得数据均在Excel 2003中输入,并使用SPSS 17.0软件包进行 χ^2 检验、Kappa一致性检验比较分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。一致性程度分类根据Landis等^[6]报道的标准:Kappa系数 <0 为一致性程度非常差;0~0.2为一致性程度差;0.21~0.4为一致性程度尚可;0.41~0.6为一致性程度中等;0.61~0.8为一致性程度好;0.81~1.0为一致性程度非常好。

2 结 果

2.1 DWIBS图像经MIP重建及黑白反转后的图像质量分析

36例恶性肿瘤患者均顺利完成全身DWIBS检查,且无任何不适反应。所有患者的DWIBS图像均经MIP重建及黑白反转后进行质量分级,可清楚显示正常组织结构和病变,其中质量好

的32例, 质量一般的3例, 质量差的1例。在质量一般的3例中, 2例因患者身材魁梧, 扫描范围内不能包全身体边缘, 导致相应区域背景信号抑制欠均匀; 1例因患者呼吸急促且不规则, 不能保持平静呼吸, 出现轻度阶梯伪影。而质量差的1例, 则是因为患者颈部皮下有静脉留置针, 使图像外围有伪影干扰。

2.2 DWIBS和PET/CT对恶性肿瘤转移性病灶的检出率和一致性比较

36例恶性肿瘤患者共有238个转移性病

灶, 其中DWIBS和PET/CT同时检出200个转移性病灶, 18个转移性病灶仅由DWIBS检出, 9个转移性病灶仅由PET/CT检出, 另外11个转移性病灶由其他影像学方法检出(6个由常规增强MRI检出, 5个则由增强CT检出, 表1)。DWIBS对转移性病灶的检出率为91.6%(218/238), PET/CT为87.8%(209/238), 两者的一致率为88.7%(211/238), 且两种检查在检出转移性病灶数目方面差异无统计学意义($\chi^2=1.843$,

表 1 DWIBS和PET/CT对不同部位转移病灶的检出率和一致性比较

Position	DWIBS(+); PET/CT(+)	Only DWIBS(+)	Only PET/ CT(+)	DWIBS(-); PET/ CT(-)	Detection rate/%		Consistent rate/%	P value (χ^2 test)	Kappa value(P value)
					DWIBS	PET/CT			
Brain	18	8	0	1	96.3	66.7	70.4	0.005	0.143(0.150)
Lung	25	0	6	1	78.1	96.9	81.3	0.023	0.207(0.055)
Liver	30	1	0	2	93.9	90.9	97.0	1.000	0.784(0.000)
Bone	49	6	0	5	91.7	81.7	90.0	0.031	0.576(0.000)
Lymph nodes	52	3	1	0	98.2	94.6	92.9	0.309	0.028(0.810)
Other tissues	26	0	2	2	86.7	93.3	93.3	0.389	0.634(0.000)
Total	200	18	9	11	91.6	87.8	88.7	0.157	0.388(0.000)

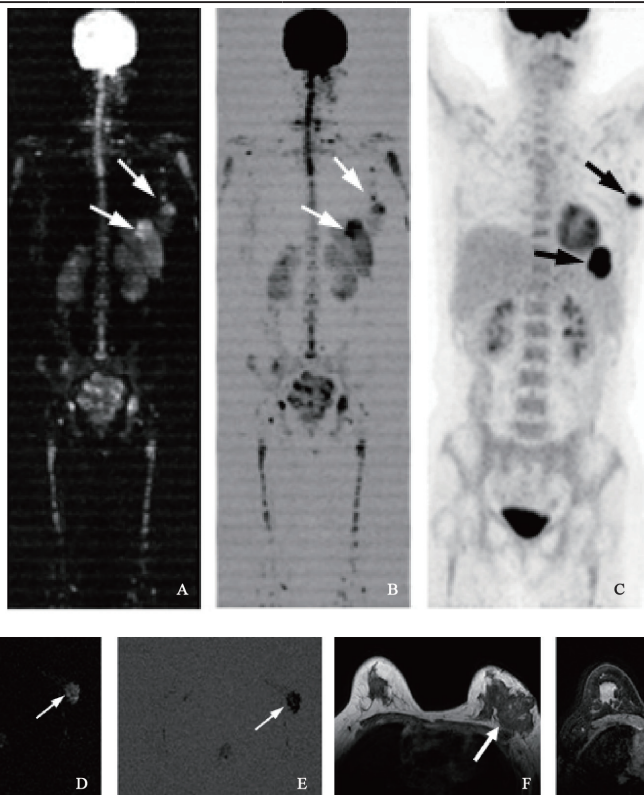


图 1 1例41岁女性左乳浸润性导管癌伴腋下淋巴结转移图像

Fig. 1 Female, 41-year-old, left breast infiltrative ductal carcinoma with axillary lymph nodes metastasis

A, B: MIP image and the black and white inversion image of DWIBS, showed high signal intensity and low signal intensity in uneven left breast and the left arm, respectively (white arrow); C: PET/CT image, showed radioactive uptake increased in the left breast and the left arm (black arrow); D, E: DWI image and inversion image, showed high signal intensity and low signal intensity in left breast, respectively (white arrow); F: Conventional transverse breast MRI image, T1WI showed low signal intensity; G: Contrast showed inhomogeneous early enhancement, considered as left breast cancer (white arrow).

$P=0.157$, 图1); 但DWIBS对脑及骨转移的检出率为96.3%和91.7%, 高于PET/CT的66.7%和81.7%, 两种检查方法差异有统计学意义($P=0.005$ 和 0.031)。Kappa检验两种检查的一致性程度尚可($P=0.000$, 图2), 尤其是Kappa检验显示两种检查在检出肝脏及其他组织(包括胰腺、肾脏、脾脏、卵巢)的转移性病灶方面一致性较好(Kappa值为0.784和0.634), 在检出骨转移方面的一致性中等, 而在检出脑、肺及淋巴结组织的转移性病灶方面一致性差(Kappa值为0.143、

0.207和0.028)。

2.3 DWIBS和PET/CT检出骨转移的结果比较

DWIBS、PET/CT检出骨转移的灵敏度分别为91.7%和81.7%, 差异有统计学意义($P=0.031$); 而两种检查在检出不同部位骨转移病灶方面差异无统计学意义(P 均 >0.05)。但DWIBS检出脊柱、骨盆部位的转移数目多于PET/CT, 灵敏度分别为96.6%、92.3%和79.3%、69.2%; 而PET/CT检出肋骨的转移数目多于DWIBS, 灵敏度分别为100.0%和80.0%

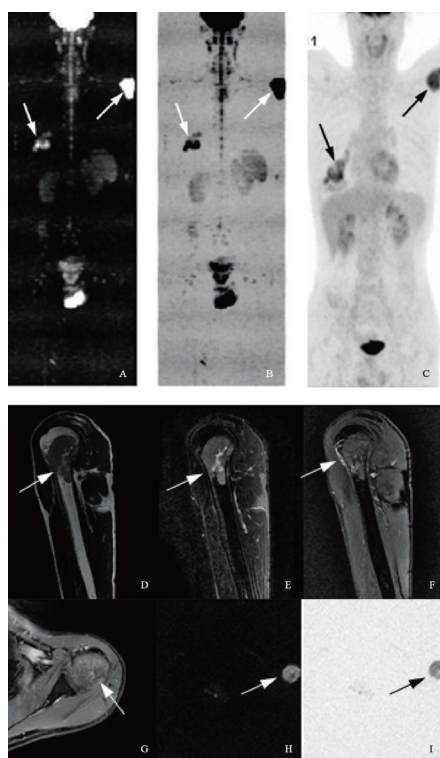


图2 1例57岁男性右肺小细胞癌骨转移图像

Fig. 2 Male, 57-year-old, the right of small cell lung cancer

A, B: MIP image and the black and white inversion image of DWIBS, showed high signal intensity and low signal intensity in the right lower lung, left humeral head, respectively (white arrow); C: PET/CT image, showed radioactive uptake increased in the right lower lung, left humeral head (black arrow); D-G: Conventional sagittal and transverse position of MRI images, T1WI showed low signal intensity, inhomogeneous hyperintense signal on STIR, contrasted lesion significantly enhanced, considered to bone metastasis (white arrow); H, I: Humeral transverse DWI images and the black and white inversion image, showed high signal intensity (black arrow) and low signal intensity (white arrow) in the left humeral head, respectively.

表2 DWIBS和PET/CT对骨转移病灶的检出数目比较

Tab. 2 Comparison of the number of lesions were detected in DWIBS and PET/CT on bone metastasis

Position	DWIBS	PET/CT	Gold standard	Sensitivity/%		P value
				DWIBS	PET/CT	
Skull	0	0	0	—	—	—
Scapula	3	3	3	100.0	100.0	1.000
Spine	28	23	29	96.6	79.3	0.102
Rib	8	10	10	80.0	100.0	0.474
Sternum	2	2	3	66.7	66.7	1.000
Pelvis	12	9	13	92.3	69.2	0.322
Long-bone	2	2	2	100.0	100.0	1.000
Total	55	49	60	91.7	81.7	0.031

(表2)。

2.4 DWIBS和PET/CT检出淋巴结转移的结果比较

DWIBS、PET/CT检出淋巴结转移的灵敏度分别为98.2%和94.6%，在检出淋巴结转移方面差异无统计学意义($P=0.309$)。且两种检查在不同部位之间检出淋巴结转移的数目亦无明显差别，差异均无统计学意义(P 均 >0.05 ，表3)。

2.5 DWIBS和PET/CT检出脑、肺、肝转移的结果比较

DWIBS、PET/CT检出脑转移的灵敏度分别为96.3%和66.7%，两者在检出脑转移方面差异有统计学意义($P=0.005$ ，图3)；DWIBS、PET/CT检出肺转移的灵敏度分别为78.1%和96.9%，两种检查在检出肺转移时差异有统计学意义($P=0.023$)；DWIBS、PET/CT检出肝转移的灵敏度分别为93.9%和90.9%，两种检查在检出肝转移时差异无统计学意义($P=1.000$ ，表4)。

表3 DWIBS和PET/CT对淋巴结转移的检出数目比较

Tab. 3 Comparison of DWIBS and PET/CT on detecting the number of metastatic lymph nodes

Position	DWIBS	PET/CT	Gold standard	Sensitivity/%		P value
				DWIBS	PET/CT	
Cervix	7	6	7	100.0	85.7	1.000
Supraclavicular under	5	5	5	100.0	100.0	1.000
Oxter	11	10	11	100.0	90.9	1.000
Mediastina	19	19	20	95.0	95.0	1.000
Retroperitoneal	10	10	10	100.0	100.0	1.000
Groin	3	3	3	100.0	100.0	1.000
Total	55	53	56	98.2	94.6	0.309

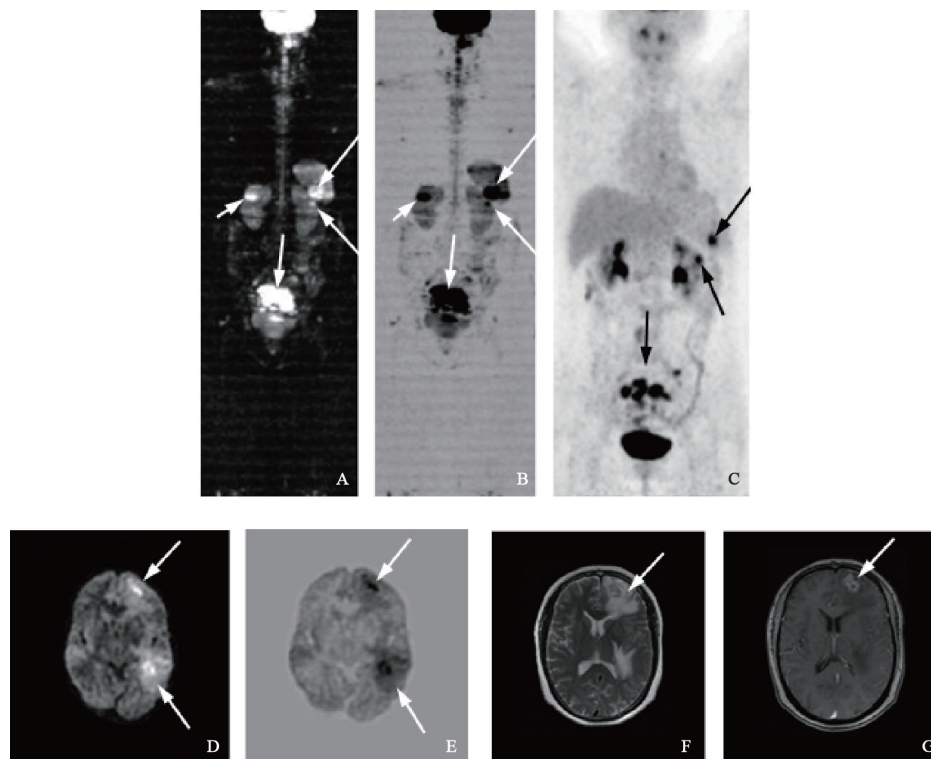


图3 1例57岁女性卵巢高级别浆液性乳头状癌术后复发图像

Fig. 3 Female, 57-year-old, high-level papillary serous ovarian cancer recurrence images

A, B: MIP image and the black and white inversion image of DWIBS, showed high signal intensity in left kidney, spleen, pelvic cavity, right kidney and low signal intensity, respectively (white arrow); C: PET/CT image, showed the left kidney, spleen, pelvic radioactive uptake increased (black arrow), but did not show the right kidney radioactive abnormal uptake; D, E: DWI axial image and the black and white inversion image showed high signal intensity and low signal intensity in the left frontal lobe, temporal lobe, respectively (white arrow); F, G: Routine axial MRI brain images, T2WI showed high signal, perilesional edema signal, contrasted lesions showed ring enhancement, consider to metastasis (white arrow).

表4 DWIBS和PET/CT对脑、肺和肝转移的检出数目比较

Tab. 4 Comparison of the number of detection of DWIBS and PET/CT on brain, lung and liver metastasis

Position	DWIBS	PET/CT	Gold standard	Sensitivity/%		P value
				DWIBS	PET/CT	
Brain	26	18	27	96.3	66.7	0.005
Lung	25	31	32	78.1	96.9	0.023
Liver	31	30	33	93.9	90.9	1.000
Other tissues	26	28	30	86.7	93.3	0.389

3 讨 论

本研究中DWIBS和PET/CT两种影像学检查方法在检出转移病灶方面虽然差异无统计学意义($P=0.157$),但DWIBS检查有其独特的优势,诸如DWIBS可在自由呼吸下进行无间隔薄层扫描(本研究中层厚为6 mm),可进行多b值扫描包括高b值(本研究中取 $b=600 \text{ s/mm}^2$),可进行多信号平均,从而达到理想的信噪比和分辨率,可进行任意平面的3D成像^[7];DWIBS成像时间短(本研究中扫描时间为20.48 min);无电离辐射,而PET/CT通常一次的曝光剂量为25 mSv^[8];DWIBS检查因为不受血糖水平影响而不需要禁食;DWIBS检查在扫描前不需要注射或等待的时间;DWIBS检查费用相对较低(目前大约是PET/CT检查的1/17)。

全身DWIBS检查是在传统DWI扫描所使用的回波平面成像(echo-planar imaging, EPI)序列基础上,添加反转恢复脉冲,起到抑制部分短T1信号的作用。这种优化序列可以更好地抑制肌肉、脂肪、肝脏、肾脏所产生的核磁共振信号,突出病变区域的对比度^[9]。另外,EPI序列的优势在于采集速度快,且扫描过程中患者可自由呼吸。单次激发EPI技术实现了每次激发采集整个图像的全部数据,显著降低了对运动的灵敏度。本研究中采用STIR-EPI DWI序列扫描,STIR序列的脂肪抑制技术对磁场的均匀性要求不高,其在大范围内的脂肪抑制效果又优于频率选择化学位移(chemical shift selective, CHESS)序列,因而较常用于全身各个部位的成像。Kwee等^[7]也认为使用某一b值联合STIR序列扫描会比联合化学位移序列进行体部背景信

号抑制效果好。另外,STIR序列的短T1可有效地抑制类似脂肪的肠道信号,但STIR序列容易在反转时间期间使质子信号部分丢失,导致信噪比下降。起初,全身DWI扫描的技术困难相对较多(如磁敏感伪影增加和严重的图像失真等),随着并行采集技术如敏感性编码技术的问世^[10-12],以及更强大的梯度磁场和多通道线圈的应用,这些问题最终得以解决。目前DWIBS图像的采集采用多信号叠加技术,避免了板块扫描交界处的图像信号缺失、遗漏,增加了图像信息;脂肪抑制前置脉冲技术,可以有效消除脂肪信号干扰,明确病变组织特性和范围,更好地显示细微结构,有助于诊断;重扩散加权的背景信号抑制技术,使图像背景抑制更彻底,增加图像对比度。

据文献报道^[13-20],DWIBS技术可用于全身各个部位各种恶性病变的检查,故本研究随机选取了各种原发恶性肿瘤及病理类型。本研究中DWIBS对转移性病灶的检出率为91.6%(218/238),PET/CT为87.8%(209/238),两者的一致率为88.7%(211/238);但两种检查检出转移病灶的差异无统计学意义($P=0.157$),使用Kappa检验两种检查的一致性程度尚可($P=0.000$)。与Wang等^[21]报道的DWIBS的检出率高于PET/CT,分别为90.3%(261/289)和86.6%(251/289),但差异无统计学意义($P>0.05$),结果基本相同;与Komori等^[18]报道的对16例共27个恶性病灶(包括5个肺癌灶,5个甲状旁腺癌肺转移灶,3个肺癌肺转移灶,3个结肠癌灶和1个乳腺癌灶)运用DWIBS和PET/CT进行病变检出率的比较,发现DWIBS对恶性病灶的检出率为92.6%(25/27),高于PET/CT

的检出率81.5%(22/27), 结果亦相符合。Stecco等^[22]的研究也表示, 运用DWIBS诊断疾病的检出率较高为97%, 但结果与PET/CT一致; 同时指出, DWIBS有较高的检出率, 可能与所选病例较多为淋巴瘤患者有关(29例癌症患者中有15例是淋巴瘤患者)。另外, 本研究中36例恶性肿瘤患者的238个转移性病灶, DWIBS和PET/CT同时检出200个转移性病灶, 18个转移性病灶仅由DWIBS检出, 9个转移性病灶仅由PET/CT检出, 其余11个转移性病灶由其他影像学方法检出(6个由常规增强MRI检出, 5个由增强CT检出), 说明DWIBS和PET/CT两种检查方法并不能完全替代常规增强检查, 单用DWIBS或PET/CT进行诊断存在潜在的漏诊风险。

本研究中DWIBS、PET/CT检出骨转移的灵敏度分别为91.7%和81.7%, 差异有统计学意义($P=0.031$)。Wang等^[21]的研究也显示, DWIBS鉴别骨病变比PET/CT敏感, 差异有统计学意义($P<0.05$)。Gutzeit等^[14]也认为DWIBS在检出全身多于10处恶性骨病变时, 灵敏度高(0.97/0.91), 而检出全身少于5处恶性骨病变时, 灵敏度低(0.58/0.33)。在Sakurai等^[23]的研究中, 运用DWIBS与PET/CT比较检测甲状腺癌骨转移的有效性, 结果运用DWIBS技术的灵敏度高于PET/CT, 分别为82.0%和79.0%, 但差异无统计学意义, 与本研究结果不一致, 这可能与所选原发肿瘤类型较单一, 发生骨转移的定位不同有关。虽然两种检查在检出不同部位骨转移病灶方面差异无统计学意义, 但本研究中DWIBS检出脊柱、骨盆部位的转移数多于PET/CT, 灵敏度分别为96.6%、92.3%和79.3%、69.2%。Sakurai等^[23]的研究也表示, WB-MRI-DWIBS检出脊柱转移的数量要多于PET/CT, 灵敏度分别为86.0%和73.0%。Goudarzi等^[24]的研究也显示, DWIBS是一种发现骨转移, 特别是位于骨盆转移非常敏感的方法。本研究DWIBS、PET/CT检出肋骨转移的灵敏度分别为80.0%和100.0%, 两者在检出肋骨转移时差异

无统计学意义($P=0.474$), 但PET/CT检出的肋骨转移数多于DWIBS。Akay等^[25]也认为, 虽然DWIBS和PET/CT两种检查检出病变的差异无统计学意义, 但DWIBS扫描技术对肋骨病变的检出率(68.1%)要比其他骨部位低。另外, 本研究中有5个骨转移性病灶DWIBS和PET/CT均未检出, 可能与骨转移类型有关。有报道^[26-27]也显示, 运用PET/CT和WB-MRI检查时, 成骨性转移比溶骨性转移检出率低。

本研究DWIBS和PET/CT检出淋巴结转移的灵敏度分别为98.2%和94.6%, 但差异无统计学意义($P=0.309$), 且两种检查在不同部位之间检出淋巴结转移的数量也无明显差别, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。Vandecaveye等^[15]将DWIBS应用于检测头颈部鳞癌淋巴结有无转移, 研究选取33例患者共计301个淋巴结(淋巴结良恶性皆经病理证实), 结果诊断良、恶性淋巴结的灵敏度为84.0%, 并认为DWIBS对淋巴结鉴别有价值。Hasegawa等^[28]将DWIBS应用于检测非小细胞肺癌患者纵膈淋巴结转移, 研究选取42例非小细胞肺癌患者(经病理证实其中5例有淋巴结转移)。DWIBS诊断了其中4例纵膈淋巴结转移、36例无纵膈淋巴结转移, 共计确诊了40例, 其灵敏度为80.0%; 研究结果表明, DWIBS对排除非小细胞肺癌的纵膈淋巴结转移有价值。本研究检出淋巴结转移的灵敏度较高, 可能与所选病例均为中晚期恶性肿瘤且伴有转移的患者, 转移淋巴结较大更易于检出有关。

本研究DWIBS、PET/CT检出脑转移的灵敏度分别为96.3%和66.7%, 两种检查在检出脑转移时差异有统计学意义($P=0.005$)。PET/CT检出脑转移数较少, 可能与PET/CT在进行脑部扫描时脑组织呈现的是高葡萄糖代谢本底有关, 因而降低了诊断价值。DWIBS、PET/CT检出肺转移的灵敏度分别为78.1%、96.9%, 两种检查在检出肺转移时差异有统计学意义($P=0.023$)。DWIBS检出肺转移数较少, 主要与肺组织含

有的水分子强度较低有关。DWIBS、PET/CT检出肝转移的灵敏度分别为93.9%、90.9%，两种检查在检出肝转移时差异无统计学意义($P=1.000$)。而Chin等^[29]在非小细胞肺癌的研究中发现，DWIBS和PET/CT比其他成像方法能检出更多的脑、肝转移性肿瘤。由于DWIBS扫描进行的是一个全身扫描的检查，显示的病灶及病变部位相对较多，我们又很难将怀疑转移的病灶逐一进行病理证实，所以只能进行病灶检出率和敏感性方面的比较，无法进行特异性的对比和分析。目前大多文献对于两者特异性的比较，都是针对某一具体肿瘤进行分析比较的^[15,30-31]。

总之，本研究中DWIBS、PET/CT两种检查方法检出转移性病灶的差异无统计学意义。但根据不同转移部位进行比较时，DWIBS检出骨、脑转移敏感，PET/CT检出肺转移敏感，差异有统计学意义；DWIBS、PET/CT检出淋巴结、肝转移时，差异无统计学意义，与Wang等^[21]报道的结果一致。而Akay等^[25]研究表明，DWIBS和PET/CT在检测骨、淋巴结和肝转移时，差异均无统计学意义。有报道^[32-33]对11例前列腺癌骨转移患者和203例非小细胞肺癌患者的临床研究表明，DWIBS和PET/CT的诊断准确性相同。但也有研究^[18]认为，DWIBS在检出原发肿瘤和转移方面优于PET/CT。

另外，DWIBS技术具有良好的背景抑制效果，使MIP三维重建能最大程度的发挥优势，病变周围组织信号被充分抑制后，病灶能够更好的对比显示。本研究中所有患者的DWIBS图像背景信号抑制充分，病变显示立体、直观。DWIBS对骨转移病灶的检出率为91.7%，对淋巴结转移病灶的检出率为98.2%，对脑、肺、肝转移的检出率分别为96.3%、78.1%、93.9%。说明应用DWIBS技术对全身恶性肿瘤转移进行筛查是可行的，所获图像质量是能够满足临床诊断需要的。

本研究的局限性：首先，实际工作中由于各种原因，并不是所有的患者都能在随访6个

月后再次进行DWIBS检查；其次，本研究的金标准不是真正的金标准，在实际临床工作中，很难将怀疑骨、淋巴结或软组织转移的病灶逐一进行穿刺活检病理证实；再次，本研究的病例数不多，但恶性肿瘤及病理类型相对较多，可能会给结果带来一些偏差。另外，DWIBS图像除了显示病变区域外，也会显示一些诸如大脑、唾液腺、扁桃体、脾脏、胆囊、肠管、肾上腺、前列腺和脊髓等正常解剖结构，而且他们在DWIBS上的原始图像均显示为高信号，可能会掩盖这些器官内的真实病变^[7]。所以，为了准确定位及定性，对于怀疑转移处进行常规磁共振扫描或是随访也是不可或缺的。最后，所谓的全身DWIBS检查，扫描范围自颅顶至小腿中段水平，双上肢不能包全，因而不能排除扫描范围以外PET/CT扫描不能发现的转移。随着核磁共振硬件及软件设备的不断更新发展，相信在未来的工作中能逐一得以解决。

综上所述，DWIBS技术作为一种新的MRI功能成像技术，可用于全身各个部位转移病灶的检出，其特有的图像对比特征及对恶性肿瘤突出的显示能力，能够三维显示原发肿瘤及其转移，且能达到类似PET显像的效果。其较大的扫描范围(大约从颅顶至小腿中段水平)，可有效检出原发肿瘤、观察有无远处转移，从而判断预后。当然在今后的工作中也可对原发肿瘤进行分期、评价术后有无残留或治疗后有无复发。可见，DWIBS在评价恶性肿瘤及有无转移方面有较高的临床应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] METSER U, MILLER E, LERMAN H, et al. ¹⁸F -FDG PET/CT in the evaluation of adrenal masses [J]. J Nucl Med, 2006, 47(1): 32-37.
- [2] VON SCHULTHESS G K, STEINERT H C, HANY T F. Integrated PET/CT: current applications and future directions [J]. Radiology, 2006, 238(2): 405-422.
- [3] GHANEM N, ALTEHOEFER C, KELLY T, et al. Whole-body MRI in comparison to skeletal scintigraphy in detection of skeletal metastases in patients with solid tumors [J]. In Vivo, 2006, 20(1): 173-182.
- [4] HARGADEN G, O'CONNELL M, KAVANAGH E, et al.

- Current concepts in whole-body imaging using turbo short tau inversion recovery MRI imaging [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 180(1): 247-252.
- [5] 张赞, 梁碧玲, 高立, 等. 磁共振弥散加权成像诊断颈部淋巴结的临床价值 [J]. *中华肿瘤杂志*, 2007, 29(1): 70-73.
- [6] LANDIS J R, KOCH G G. The measurement of observer agreement for categorical data [J]. *Biometrics*, 1977, 33 (1): 159-174.
- [7] KWEE T C, TAKAHARA T, OCHIAI R, et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology [J]. *Eur Radiol*, 2008, 18(9): 1937-1952.
- [8] BRIX G, LECHEL U, GLATTING G, et al. Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations [J]. *J Nucl Med*, 2005, 46(4): 608-613.
- [9] 张春燕, 王霄英, 孙非, 等. 大范围扩散加权成像在3.0 T MR应用的初步研究 [J]. *中国医学影像技术*, 2007, 23(8): 1245-1257.
- [10] BAMMER R. Basic principles of diffusion-weighted imaging [J]. *Eur J Radiol*, 2003, 45(3): 169-184.
- [11] GLOCKNER J F, HU H H, STANLEY D W, et al. Parallel MR imaging: a user's guide [J]. *Radiographics*, 2005, 25(5): 1279-1297.
- [12] KWEE T C, TAKAHARA T, OCHIAI R, et al. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging [J]. *Eur J Radiol*, 2009, 70(3): 409-417.
- [13] SAKURADA A, TAKAHARA T, KWEE TC, et al. Diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in esophageal cancer [J]. *Eur Radiol*, 2009, 19(6): 1461-1469.
- [14] GUTZEIT A, DOERT A, FROEHLICH J M, et al. Comparison of diffusion-weighted whole body MRI and skeletal scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with prostate or breast carcinoma [J]. *Skeletal Radiol*, 2010, 39(4): 333-343.
- [15] VANDECAVEYE V, DE KEYZER F, VANDER POORTEN V, et al. Head and neck squamous cell carcinoma: value of diffusion-weighted MR imaging for nodal staging [J]. *Radiology*, 2009, 251(1): 134-146.
- [16] ICHIKAWA T, ERTURK S M, MOTOSUGI U, et al. High-b-value diffusion-weighted MRI in colorectal cancer [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 187(1): 181-184.
- [17] ICHIKAWA T, ERTURK S M, MOTOSUGI U, et al. High-b value diffusion-weighted MRI for detecting pancreatic adenocarcinoma: preliminary results [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 188(2): 409-414.
- [18] KOMORI T, NARABAYASHI I, MATSUMURA K, et al. 2-[Fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography/computed tomography versus whole-body diffusion-weighted MRI for detection of malignant lesions: initial experience [J]. *Ann Nucl Med*, 2007, 21(4): 209-215.
- [19] TAMAI K, KOYAMA T, SAGA T, et al. Diffusion-weighted MR imaging of uterine endometrial cancer [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 26(3): 682-687.
- [20] SOMMER G, KLARHÖFER M, LENZ C, et al. Signal characteristics of focal bone marrow lesions in patients with multiple myeloma using whole body T1w-TSE, T2w-STIR and diffusion-weighted imaging with background suppression [J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(4): 857-862.
- [21] WANG N F, ZHANG M J, 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 J Radiol*, 2012, 81(7): 1662-1666.
- [22] STECCO A, ROMANO G, NEGRU M, et al. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the staging of oncological patients: Comparison with positron emission tomography computed tomography (PET-CT) in a pilot study [J]. *Radiol Med*, 2009, 114(1): 1-17.
- [23] SAKURAI Y, KAWAI H, IWANO S, et al. Supplemental value of diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS) technique to whole-body magnetic resonance imaging in detection of bone metastases from thyroid cancer [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2013, 57(3): 297-305.
- [24] GOUDARZI B, KISHIMOTO R, YOSHIKAWA K, et al. The diagnostic ability of diffusion weighted imaging with background body signal suppression (DWIBS) in bone metastasis [J]. *Proc Intl Soc Mag Reson Med*, 2006, 14: 548.
- [25] AKAY S, KOCAOGLU M, EMER O, et al. Diagnostic accuracy of whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging with 3.0 T in detection of primary and metastatic neoplasms [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2013, 57(3): 274-282.
- [26] ABE K, SASAKI M, KUWABARA Y, et al. Comparison of 18FDG-PET with 99mTc-HMDP scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with breast cancer [J]. *Ann Nucl Med*, 2005, 19(7): 573-579.
- [27] LIU T, CHENG T, XU W, et al. A meta-analysis of 18FDG-PET, MRI and bone scintigraphy for diagnosis of bone metastases in patients with breast cancer [J]. *Skeletal Radiol*, 2011, 40(5): 523-531.
- [28] HASEGAWA I, BOISELLE PM, KUWABARA K, et al. Mediastinal lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: Preliminary experience with diffusion-weighted MR imaging [J]. *J Thorac Imaging*, 2008, 23(3): 157-161.
- [29] CHIN A Y, SHIN K M, LEE K S, et al. Non-small cell lung cancer staging: Efficacy comparison of integrated PET/CT versus 3.0-T whole-body MR imaging [J]. *Radiology*, 2008, 248 (2): 632-642.
- [30] IPPOLITO D, MONGUZZI L, GUERRA L, et al. Response to neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer:

- assessment with diffusion-weighted MR imaging and 18FDG PET/CT [J]. *Abdom Imaging*, 2012, 37(6): 1032-1040.
- [31] CAFAGNA D, RUBINI G, IUELE F, et al. Whole-body MR-DWIBS vs. [18F] -FDG-PET/CT in the study of malignant tumors: a retrospective study [J]. *Radiol Med*, 2012, 117(2): 293-311.
- [32] LUBOLDT W, KÜFER R, BLUMSTEIN N, et al. Prostate carcinoma: Diffusion-weighted imaging as potential alternative to conventional MR and ¹¹C-choline PET/CT for detection of bone metastases [J]. *Radiology*, 2008, 249(3): 1017-1025.
- [33] 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.

(收稿日期: 2014-09-17 修回日期: 2015-02-05)

《中国癌症杂志》2015年征订启事

《中国癌症杂志》是由国家教育部主管、复旦大学附属肿瘤医院主办的全国性肿瘤学术期刊, 读者对象为从事肿瘤基础、临床防治研究的中高级工作者。主要报道内容: 国内外研究前沿的快速报道、专家述评、肿瘤临床研究、基础研究、文献综述、学术讨论、临床病理讨论、病例报道、讲座和简讯等。《中国癌症杂志》已入选中文核心期刊、中国科技核心期刊及全国肿瘤类核心期刊, 并为中国科技论文统计源期刊, 先后被“中国期刊网”、“万方数据——数字化期刊群”和“解放军医学图书馆数据库(CMCC)”等收录。

《中国癌症杂志》为月刊, 大16开, 80页铜版纸(随文彩图), 每月30日出版, 单价10元, 全年120元。国际标准刊号1007-3639, 国内统一标准刊号CN31-1727/R, 邮发代号4-575。

读者可在当地邮局订阅, 漏订者可直接向本刊编辑部订阅。

也欢迎广大作者来稿。

主 编: 沈镇宙

联系地址: 上海市东安路270号复旦大学附属肿瘤医院内

《中国癌症杂志》编辑部

邮 编: 200032

电 话: 021-64188274; 021-64175590 × 83574

网 址: www.china-oncology.com

电子邮件: zgazzz@163.com