

全身 DWI 的正常表现及在转移瘤筛查中的临床应用

马婉玲, 宦怡, 印弘, 张艰, 徐俊卿, 赵海涛, 葛雅丽, 魏光全, 常英娟, 齐顺

【摘要】 目的:探讨磁共振全身扩散加权成像(全身 DWI)的正常表现及在转移瘤筛查中的应用价值。方法:20 例健康志愿者及 25 例疑似或确诊恶性肿瘤患者行磁共振全身扩散加权成像,其中 11 例肿瘤患者同时行 PET/CT 检查。全身 DWI 应用 STIR 抑制背景信号,从头顶至股骨上分段无间隔扫描,共覆盖 1080~1440 mm, b 值取 0 及 600 s/mm²。结果:在健康志愿者的全身 DWI 像上,脑实质、涎腺、椎间盘、脊髓、脾脏、肾脏和前列腺、睾丸、子宫、卵巢等脏器呈高信号,其余脏器及骨骼呈等信号。原发恶性肿瘤及转移灶在全身 DWI 呈明显高信号,对比度高于常规 MRI 序列。25 例患者全身 DWI 共检出 70 处高信号病灶,包括原发恶性肿瘤及转移灶 68 处,良性病灶 2 处,显示率为 98.6%。11 例 PET/CT 检查共有 20 处阳性显像,原发恶性肿瘤及转移灶 16 处,良性病灶 4 处,显示率 100%。结论:磁共振全身扩散加权成像一次检查可完成从头顶至股骨上段的大范围成像,对恶性肿瘤原发灶及转移灶有较高的显示率,可以作为恶性肿瘤患者原发及转移灶筛查的有力工具之一。

【关键词】 磁共振成像; 扩散加权成像; 转移瘤

【中图分类号】 R445.2; R817; R814.42; R73 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)06-0657-04

Whole body magnetic resonance diffusion weighted imaging: the normal appearances and its application in detection of metastasis MA Wan-Ling, HUAN Yi, YIN Hong, et al. Department of Radiology, Xijing Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the normal appearances of MR whole body diffusion weighted imaging (WB-DWI) and the value of WB-DWI in detection of metastasis. **Methods:** Twenty healthy volunteers and 25 patients suspected for different kinds of malignancy or confirmed by pathology underwent WB-DWI. Eleven of them underwent PET/CT simultaneously. Whole body background signal was suppressed with STIR. The scanning range was 1080~1440mm from head to superior segments of the femurs with b values of 0 and 600s/mm². The scanning was performed segment by segment without interval. **Results:** Some organs such as brain, salivary glands, intervertebral discs, spinal marrow, spleen, kidneys, prostate, testes and uterus as well as ovaries showed hyperintensity on healthy volunteers' WB-DWI, while the other organs including skeleton showed isointensity. Primary malignancy and whole body metastasis showed significant hyperintensities and had a higher contrast than conventional MRI sequences. WB-DWI had detected 70 hyperintense lesions including 68 malignant and 2 benign ones. The detection rate was 98.6%. Among the 11 cases, PET/CT had detected 16 malignancies including primary malignancies and metastases, and 4 benign lesions. The detection rate was 100%. **Conclusion:** Because WB-MR DWI can image the whole body during one examination and have a high detection rate for primary malignancies and metastases, it will be a potential tool to screen the metastases of whole body in patients with malignancy.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Metastases

随着我国老龄化社会的到来,恶性肿瘤已成为威胁人类生命的首要疾病,检测恶性肿瘤有无远处转移对疾病分期、治疗方案选择及预后判断都很重要。数年前,国外已有学者应用全身短时反转恢复序列磁共振成像(short time inversion recovery magnetic resonance imaging, STIR-MRI)检测骨转移灶^[1]。日本学者 Takahara 等^[2]首次将扩散加权成像结合 STIR、回波平面成像(echo planar imaging, EPI)等技术,进行

全身扩散加权成像,即背景抑制全身扩散加权成像(diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression, DWIBS),一次检查可完成全身成像,抑制正常背景组织信号,凸现异常病变信号,直观地显示恶性肿瘤原发及全身转移灶,使恶性肿瘤筛查和鉴别诊断以及放、化疗后的随访检查成为可能。

材料与方法

1. 临床资料

选取健康志愿者 20 例,男、女各 10 例,年龄 29~46 岁。搜集临床疑似或病理证实的恶性肿瘤患者 25 例,男 18 例,女 7 例,年龄 9~79 岁,平均 53.6 岁,中

作者单位: 710032 西安,第四军医大学西京医院放射科(马婉玲、宦怡、印弘、徐俊卿、赵海涛、葛雅丽、魏光全、常英娟、齐顺),呼吸内科(张艰)

作者简介: 马婉玲(1974-),女,陕西渭南人,硕士,主治医师,主要从事体部肿瘤影像学诊断工作。

基金项目: 陕西省自然科学基金社攻关项目(2010K1401-01);西京医院学科助推计划(XJZT09Y11)

位年龄 49.5 岁。其中病理证实恶性肿瘤 23 例,包括卵巢癌术后 2 例、胰腺癌术后 1 例、原发性肺癌 6 例、肺癌术后 3 例、胆管细胞癌 1 例、淋巴瘤 1 例、前列腺癌术后 1 例、十二指肠癌术后 1 例、肾癌 1 例、甲状腺癌术后 1 例、左小腿软组织瘤术后 1 例、乳腺癌术后 1 例、原发灶不明 3 例。良性病变 2 例,1 例为结节病,1 例为双侧肾上腺腺瘤。23 例恶性肿瘤患者随访 3 个月以上。

2. MRI 扫描方法

使用 GE Singa HDe 1.5T 超导磁共振扫描仪,所有健康志愿者及患者检查时均取仰卧位足先进方式,应用磁体内置大体线圈,扫描范围从头顶至股骨上段,自由呼吸状态下分段无间隔完成扫描,每段 30 层,扫描完一段后自动移至下一段进行扫描,根据患者身高扫描 6~8 段,共覆盖 1080~1440 mm。全身 DWI 扫描参数:TR 5100 ms,TE 103.4 ms, TI 180 ms,视野 40 cm×40 cm, DFOV 40 cm,层厚 7/-1 mm,矩阵 90×128,NSA 6,b 值 0 和 600 s/mm²。采用 STIR 抑制背景信号,每段采集时间为 4 min 5 s,完成全部扫描需 25~32 min。所有患者同时采集与全身 DWI 图像同层匹配的横轴面 SSFSE 序列,扫描参数:TR 939 ms,TE 78.3 ms,视野 40 cm×40 cm,层厚 6 mm,层间距 0 mm,矩阵 256×192,NSA 0.54,每段采集时间为 28 s,完成全部扫描需 3~4 min。

3. 数据后处理及图像分析

扫描结束后利用磁共振扫描仪配套 AW 4.3 工作站自带软件对全身 DWI 原始数据进行拼接,MIP 重建,形成全身 DWI 影像,黑白反转后形成全身类 PET 图像。

由 2 位从事 MRI 诊断工作 5 年以上放射科医师分别记录 23 例恶性肿瘤患者原发灶及转移累及部位或脏器,同一部位或脏器出现 2 个或 2 个以上病灶记做一处(如肝实质有多个转移灶、多处骨转移、多个淋巴结转移均分别记做一处)。病灶信号评判标准:与脊髓信号相等或比脊髓信号高者定为高信号,较脊髓信号低但较背景组织信号高为较高信号,与背景信号相等为等信号。

结 果

1. 健康志愿者全身 DWI 表现

脑实质、涎腺、椎间盘、脊髓、脾脏、肾脏和前列腺、睾丸、子宫及卵巢等呈高信号,肺、肝脏、胰腺及骨骼呈等信号;MIP 重组图像上,背景抑制均匀而彻底,无明显伪影产生。

2. 全身 DWI 表现

共检出高信号病灶 70 处,23 例恶性肿瘤患者检

出原发恶性肿瘤及转移灶 68 处,良性病灶 2 处。全身 DWI 共检出原发恶性肿瘤及转移灶 68 处,均显示高信号,显示率 98.6%。其中 18 例发现大小及数目不等肿大淋巴结呈高信号;11 例显示肺内团块状、多发结节状高信号;7 例腹膜增厚、结节状高信号;3 例显示肾实质团块状、小圆形高信号;6 例显示肝实质内大小、数目不等结节状高信号;15 例发现髂骨、脊柱或肋骨多发结节状、圆形、团片状高信号;3 例肾上腺腺结节状转移灶呈高信号;4 例腹壁术后切缘转移灶呈结节状高信号;1 例甲状腺癌术后复发呈结节状高信号。全身 DWI 同时检出 1 例卵巢囊肿及 1 例肝血管瘤呈较高信号,结合 ADC 图可以鉴别。

2 例良性病灶,1 例结节病患者纵隔及两侧肺门淋巴结显示等信号,1 例双侧肾上腺腺瘤显示略高信号。

3. PET/CT 表现

11 例 PET/CT 检查患者中,病理证实恶性肿瘤 9 例,包括卵巢癌术后 1 例,胰腺癌术后 1 例,原发性肺癌 2 例,肺癌术后 2 例,前列腺癌术后 1 例,十二指肠癌术后 1 例,肾癌 1 例;良性病变 2 例,1 例为结节病,1 例为双侧肾上腺腺瘤。共阳性显像 20 处,其中原发恶性肿瘤及转移灶 16 处,良性病灶 4 处,显示率 100%。

讨 论

扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)对水分子的微观扩散运动很敏感,尤其对细胞外间隙水分子的扩散运动,是从细胞及分子水平研究疾病的病理生理状态的一种新技术。表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)是衡量水分子微观扩散运动的一种半定量指标,结合 DWI 可以更准确地鉴别病变的良恶性。恶性肿瘤组织细胞增殖活跃,肿瘤细胞异常增多、体积较大且排列紧密,导致细胞外间隙减小;同时细胞核增大,核浆比增高,细胞内间隙亦较正常细胞小,因而细胞内外的水分子扩散均受限,导致 ADC 值降低,DWI 显示高信号^[3];原发灶及转移灶因具有相似的生物学行为及病理生理基础,DWI 均显示高信号。

恶性肿瘤的早期全面评估关系到患者治疗方案的正确制定以及预后的准确判断,可以一次覆盖全身的检查方法越来越受到临床医生及患者的青睐。随着磁共振成像技术的提高加上一体化表面线圈和移床技术的引进,使 MRI 单次全身扫描成为可能^[1,4-5],加之磁共振软组织对比度高、无辐射,适于进行恶性肿瘤 TNM 分期及放疗后长期随访。然而全身 MRI 图像包含信息量很大,增加了诊断医生的工作量。DWI 以往多用于局部扫描,胸腹部 DWI 采用屏气条件下扫

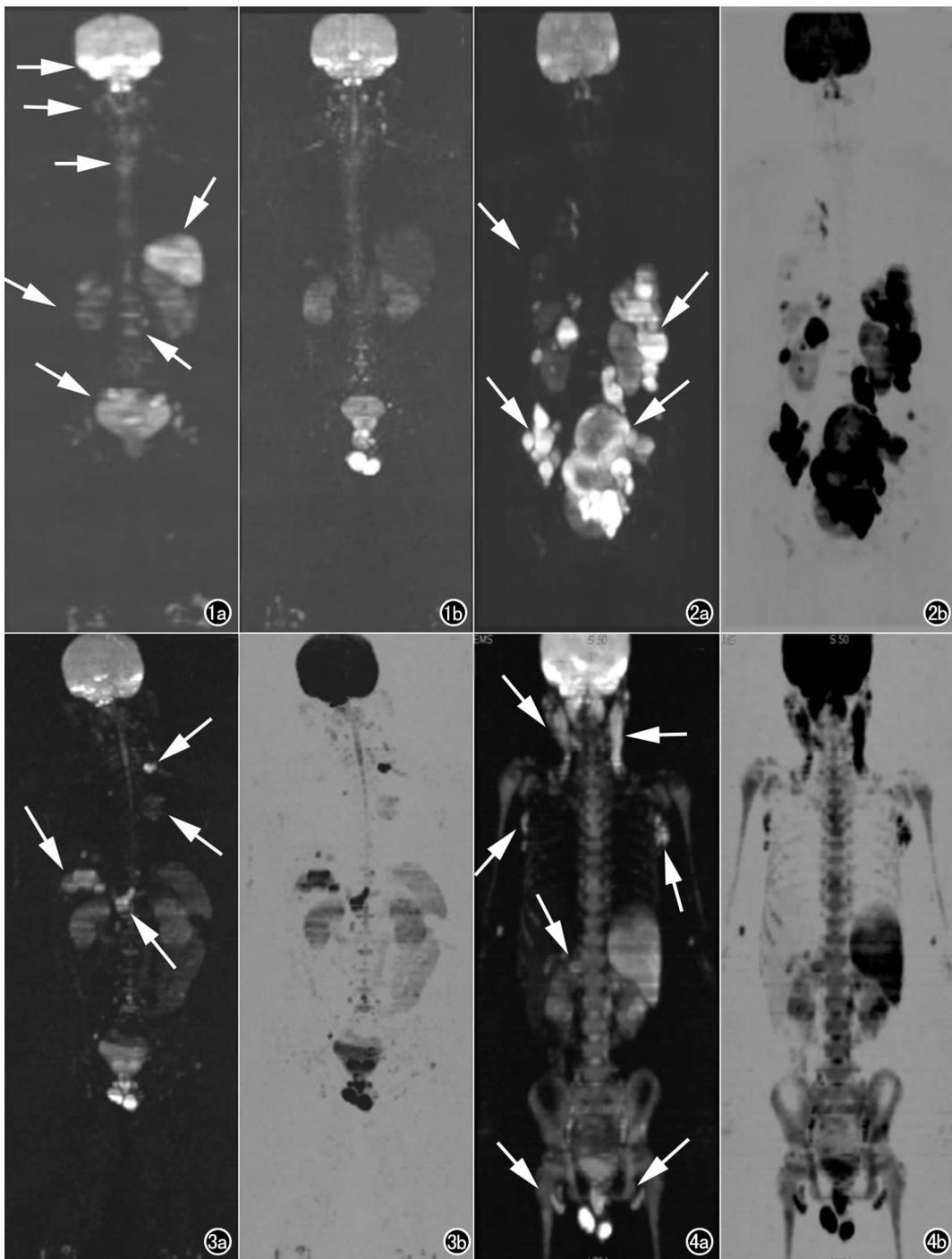


图1 健康志愿者全身DWI影像。a) 正常女性全身DWI影像,脑实质、涎腺、椎间盘、脊髓、脾脏、肾脏和子宫及卵巢等呈高信号(箭); b) 正常男性全身DWI影像,脑实质、涎腺、椎间盘、脊髓、脾脏、肾脏和前列腺、睾丸等呈高信号。

图2 卵巢癌。a) 术后腹膜、右肺广泛转移在全身DWI呈明显高信号(箭); b) 图a经黑白反转后形成全身类PET影像,腹膜、右肺广泛转移呈明显低信号。

图3 肝右叶胆管细胞癌。a) 肝内、左肺、左上纵隔及腹膜后淋巴结转移在全身DWI影像呈明显高信号(箭); b) 图a经黑白反转后形成全身类PET影像,肝右叶胆管细胞癌及肝内、左肺、左上纵隔及腹膜后淋巴结转移呈明显低信号。

图4 淋巴瘤患者。a) 双侧颈部、腋窝、腹股沟及腹膜后多个肿大的淋巴结在全身体DWI影像呈明显高信号(箭); b) 图a经黑白反转后形成全身类PET影像,双侧颈部、腋窝、腹股沟及腹膜后多个肿大的淋巴结呈明显低信号。

描或结合呼吸触发技术、心电触发技术^[6],近几年已有数位学者将DWI结合全身MRI成像技术进行全身DWI成像,用于恶性肿瘤全身转移灶的筛查^[2,7-9]。全身DWI可以在自由呼吸状态下完成薄层、无间隔、大范围乃至全身成像,并得到高信噪比、高分辨率和高对比度的图像;经过拼接、MIP重建、黑白反转后形成全身类PET图像,可以直观、立体地显示全身转移灶分布^[2]。全身DWI利用短反转时间反转恢复序列(STIR)抑制背景组织信号,脂肪组织以及与脂肪组织有相同T₁值的背景组织均被抑制而呈低信号,因而背景抑制均匀而彻底,病变高信号在背景低信号衬托下对比度高于常规MRI序列,提高了病灶显示率,使

诊断医生直接注意到可疑的病灶,节省了大量的时间^[10]。但全身DWI图像信噪比较差,背景正常组织绝大部分被抑制而呈低信号,解剖结构显示较差。本研究应用GE公司新开发的磁共振全身类PET成像软件,进行全身类PET成像时,同时采集全身轴面SSFSE图像,与同层轴面DWI图像相匹配,为病灶的解剖定位提供了良好的依据。本研究23例恶性肿瘤患者除1例中心型肺癌因病灶较小且位于心脏大血管旁未能检出,全身DWI共发现原发灶以及转移灶68处,显示率98.6%,且病灶数目以及正常组织对比度高于常规MR序列,提高了病灶检出率。对于恶性肿瘤患者DWI可以作为常规序列应用,提高病灶检出

率;对于疑似远处转移的患者,应将扫描范围扩大至全身,全面评估转移灶累及范围,准确进行肿瘤分期。

^{18}F -FDG-PET/CT是近几年来恶性肿瘤全身转移评估的“金标准”,由于恶性肿瘤细胞生长代谢旺盛、葡萄糖载体增多、磷酸化酶活性增高等特性,因而恶性肿瘤细胞糖酵解代谢率明显增加, ^{18}F -FDG在肿瘤细胞内浓聚增多,因而能提供肿瘤代谢的功能信息,可以早期显示原发灶及全身各部位转移灶。PET/CT探测恶性肿瘤敏感性很高,但其特异性较低,炎性病变及肉芽肿类疾病如肺结核、结节病等同样可以浓聚 ^{18}F -FDG,使其鉴别诊断有一定难度。本组1例结节病患者纵隔及双侧肺门多发肿大淋巴结PET/CT呈放射性浓聚,SUV约7.6;而在全身DWI呈等信号。1例双侧肾上腺腺瘤PET/CT呈阳性,SUV约2.56;而在全身DWI呈较高信号,ADC值约 $1.38\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,病变倾向于良性^[11],与术后病理结果一致。9例恶性肿瘤的原发灶及肺、肝、腹膜、腹壁切口、淋巴结转移共16处PET/CT均显示放射性浓聚,全身DWI均显示高信号,显示率达100%。

在正常志愿者全身DWI图像中,脑实质、涎腺、椎间盘、脊髓、脾脏、肾脏、肾上腺和前列腺、睾丸、子宫及卵巢等呈高信号,胆囊、部分肠道内容物及一些良性病变如血管瘤、粘液囊肿、脓肿等由于其内容物粘滞性高、 T_2 穿透效应等原因亦显示为高信号,干扰转移灶的观察及鉴别,产生假阳性、假阴性结果,应正确认识人体正常组织的DWI信号特征,并对一些高信号的正常组织加以注意;与一些良性病变的鉴别诊断,应结合ADC图^[12]及常规MRI图像。本组恶性肿瘤病例中同时检出1例左侧卵巢囊肿,在DWI呈明显高信号,后经随访证实为良性病变;肝血管瘤1例DWI亦显示为高信号,结合ADC图及常规抑脂 T_2 WI可以准确判断。

磁共振全身扩散加权成像一次检查可完成全身成像,对检出恶性肿瘤原发灶及远处转移灶有很高的敏感性,可以作为恶性肿瘤原发及转移灶筛查的有力工具之一。利用STIR抑制背景组织信号均匀而彻底,无明显伪影产生,可以用于全身扩散加权成像。

参考文献:

- [1] Eustace S, Tello R, DeCarvalho V, et al. A comparison of whole-body turbo STIR MR imaging and planar $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -methylene diphosphonate scintigraphy in the examination of patients with suspected skeletal metastases[J]. AJR, 1997, 169(6):1655-1661.
- [2] 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]. Radiation Medicine, 2004, 22(4): 275-282.
- [3] Baur A, Dietrich O, Reiser M. Diffusion-weighted imaging of bone marrow: current status[J]. Eur Radiol, 2003, 13(7):1699-1708.
- [4] Walker RE, Eustace SJ. Whole-body magnetic resonance imaging: techniques, clinical indications and future applications[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2001, 5(1):5-20.
- [5] Barkhausen J, Quick HH, Lauenstein T, et al. Whole-body MR imaging in 30 seconds with real-time true FISP and a continuously rolling table platform: feasibility study[J]. Radiology, 2001, 220(1):252-256.
- [6] Gibbs P, Pickles MD, Turnbull LW. Diffusion imaging of the prostate at 3.0 tesla[J]. Invest Radiol, 2006, 41(2):185-188.
- [7] Murtz P, Krautmacher C, Träber F, et al. Diffusion-weighted whole-body MR imaging with background body signal suppression: a feasibility study at 3.0T[J]. Eur Radiol, 2007, 17(12): 3031-3037.
- [8] 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.
- [9] Nakanishi K, Kobayashi M, Nakaguchi K, et al. Whole-body MRI for detecting metastatic bone tumor: diagnostic value of diffusion-weighted images[J]. Magn Reson Med Sci, 2007, 6(3):147-155.
- [10] Low RN, Gurney J. Diffusion-weighted MRI (DWI) in the oncology patient: value of breath-hold DWI compared to unenhanced and gadolinium-enhanced MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2007, 25(4):848-858.
- [11] Friedrich KM, Matzek W, Gentsch S, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of head and neck squamous cell carcinomas[J]. Eur J Radiol, 2008, 68(3):493-498.
- [12] Provenzale JM, Engelter ST, Petrella JR, et al. Use of MR exponential diffusion-weighted images to eradicate T_2 "shine-through" effect[J]. AJR, 1999, 172(2):537-539.

(收稿日期:2011-08-05)