

MR 全身 DWI 的可重复性研究

孙春锋, 陆健, 缪小芬, 梁宏伟, 王绍刚, 姜吉锋, 丁丁

【摘要】 目的:探讨 MR 全身 DWI 的可重复性。**方法:**搜集行 MR 全身 DWI(WB-DWI)检查的 33 例健康志愿者,所有志愿者均行两次 WB-DWI 检查,两次检查间隔时间为 71~405d,平均间隔时间为 237.4d;分别对每位患者两次 WB-DWI 检查的图像进行评分,测量相关兴趣区的 ADC 值、eADC 值及信号值(SI),并进行统计学分析。**结果:**两次检查图像评分分别为 (58.303 ± 1.489) 和 (58.091 ± 1.508) 分,差异无统计学意义($P > 0.05$);同一检查者的胼胝体压部、左侧颞枕白质、肝脏、脾脏、右肾、左肾区域两次检查测得的 ADC 值、eADC 值、SI 值差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论:**同一志愿者前后两次行 WB-DWI 检查,无论是图像整体评价还是参数值测量,均具有很好的可重复性,为 WB-DWI 应用于临床和研究提供了依据。

【关键词】 磁共振成像;可重复性,结果;图像处理,计算机辅助

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)05-0575-05

Study of the repeatability of magnetic resonance whole-body diffusion weighted imaging SUN Chun-feng, LU Jian, MIAO Xiao-fen, et al. Department of Radiology, Affiliated Nantong 3rd Hospital of Nantong University, Jiangsu 226001, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the repeatability of magnetic resonance whole-body diffusion weighted imaging (WB-DWI). **Methods:** 33 cases of healthy volunteers (13 men and 20 women, age range 42~76 years, mean age 52.3 years) were recruited who underwent WB-DWI examination during February 2008 to April 2012. All volunteers underwent twice WB-DWI scan (inspection intervals range 71 days to 405 days, average interval 237.4 days). The overall scoring of WB-DWI graphics and the measurement of part parameters in twice examinations were done respectively. All the obtained data were analyzed with Paired-Sample *t* test. **Results:** The scorings of imaging evaluation within twice WB-DWI for the same volunteers were not statistically significant (t -value = 0.571, $P = 0.572$); There were not statistically significant ($P > 0.05$) differences of ADC value, eADC values, the SI value in $b = 600 \text{ s/mm}^2$ and the SI value in $b = 0 \text{ s/mm}^2$ in splenium of corpus callosum, white matter of left temporal lobe and occipital lobe, liver, spleen, right kidney and left kidney, between the twice checkings. **Conclusion:** In terms of overall image evaluation or internal parameters measurement between twice WB-DWI scans done on the same volunteers, all results illustrate good repeatability for the WB-DWI scan, this provides evidence for clinical and research.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Repeatability of results; Image processing, computer-assisted

现在有关 MR 全身 DWI (whole-body diffusion weighted imaging, WB-DWI) 的临床应用研究报道越来越多^[1-2], 尤其是应用于疾病的随访复查及疗效的评估, WB-DWI 图像及数据测量的稳定性成为 WB-DWI 应用于随访复查的一个必要前提。本文对 33 例健康志愿者前后两次行 WB-DWI 检查的图像及相关参数测量值进行比较研究, 旨在探讨 WB-DWI 的可重复性。

材料与方法

1. 临床资料

搜集 2008 年 2 月—2012 年 4 月行 WB-DWI 检查的 33 例健康志愿者, 男 13 例, 女 20 例, 年龄 42 岁~76 岁, 平均 52.3 岁。所有志愿者均行两次 WB-DWI 检查, 两次检查间隔时间为 71~405d, 平均间隔时间为 237.4 天。入选标准: ①既往身体健康, 两次 WB-

DWI 检查期间无创伤、感染、放置节育环及全身性疾病等病史; ②WB-DWI 图像清晰; ③无 MRI 检查禁忌症并签署知情同意书。

2. 扫描设备与方法

MRI 扫描采用 1.5T 磁共振扫描仪 (Signa HDe, GE Medical System, USA), 梯度场 33 mT/m, 梯度切换率 120 mT/m/S。图像工作站采用 GE 公司提供的 Advantage Windows TM 图形图像工作站, 软件版本 4.3 (AW4.3)。

WB-DWI 扫描采用磁体内置 BODY 线圈, 采用短 T_1 翻转恢复平面回波扩散加权成像 (short T_1 inversion recovery echo planar imaging diffusion weighted imaging, STIR-EPI-DWI) 脉冲序列 (TR 5000 ms, TE 100 ms, TI 180 ms, b 值 600 s/mm^2), 在 X、Y、Z 三个空间轴上同时施加扩散加权梯度场。全身扫描范围从头顶至膝关节水平, 在横轴面上分 6~7 段进行扫描, 每段 30 层, 段与段之间有 2 层重叠。每段扫描参数: 层厚 7 mm, 层间距 1 mm, 视野 $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, 矩阵

作者单位: 226006 江苏, 南通大学附属南通第三医院影像科
作者简介: 孙春锋 (1976—), 男, 江苏通州人, 硕士, 副主任医师, 主要从事 MRI 成像、腹部及骨肌系统影像学诊断工作。
通讯作者: 陆健, E-mail: doctorfeng@163.com

128×128, 带宽 250, 激励次数 6, 回波链长度 14。检查者仰卧于扫描床上足先进, 定位线定于眉中线, 平静自由呼吸, 在完成一段数据采集后, 检查床前进至下一段进行扫描, 每段扫描时间 242 s, 总扫描时间约 1936 s。

3. WB-DWI 图像重建与评价

将采集的 DWI 数据信息传输至工作站 (Advantage Windows TM 图形图像工作站, 软件版本 ADW4.3) 中, 利用三维最小强度投影 (three-dimensional maximum intensity projection, 3D MIP) 技术和 FUNCTOOL 软件 (Functool 4.5.1) 进行后处理。所得重建图像再利用黑白反转技术得到全身“类 PET”图像。

WB-DWI 图像评价由 2 位有经验的 MRI 医师在工作站上各自独立完成。正常 WB-DWI 图像评价标准: 各段相邻部分无明显错位, 所得图像清晰、无污染, 全身背景信号差距相仿, 无明显图像扭曲、变形、断层及错层, 正常组织背景信号被充分抑制。WB-DWI 图像总体评价: 全身分 12 个区域分别进行评分, 每个区域满分为 5 分, 图像评分总分为 60 分。全身 12 个区域分别为颅内、颅面骨及软组织 (A 区)、颈椎、锁骨及软组织 (B 区)、腋下及纵膈胸腔区 (C 区)、两肺区 (D 区)、上腹部及软组织 (E 区)、下腹盆腔区及软组织 (F 区)、胸廓骨、上肢骨及软组织 (G 区)、胸椎 (H 区)、腰椎 (I 区)、骶椎 (J 区)、骨盆骨 (K 区)、股骨、下肢骨及软组织 (L 区), 每个区域与正常 WB-DWI 图像比较后有异常即为 0 分, 异常主要指存在金属伪影 (假牙、节育环等)、头颈交界区磁敏感伪影、涡流伪影等, 引起图像局部信号缺失、变形、拼接错层断层等。偶然

发现的良性病灶不影响评价。

4. 图像数据测量

数据测量均在横轴面图像上进行, 测量部位分别为胼胝体压部、左侧颞枕叶白质、肝脏、脾脏、右侧肾脏、左侧肾脏, 共六个部位。测量的兴趣区 (region of interest, ROI) 选定在 $b=0\text{s/mm}^2$ 的图像上进行手工放置, 面积大小均为 88mm^2 。ROI 放置的解剖部位: 颅脑及双肾固定, 颅脑为侧脑室体部层面的胼胝体压部及左侧脑室后角旁的颞枕部白质, 双肾为肾门水平外侧部分肾实质; 肝脾不固定, 两次测量的位置尽可能一致, 尽量避开坏死、囊变等信号不均匀区域, ADC 图的色彩饱和度基本一致, 然后测量 ADC 值、eADC 值及信号值 (signal intensity, SI)。所有部位均重复测量 3 次后取平均值, 结果以均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示。

5. 统计学分析

采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析, WB-DWI 两次检查图像总体评分及参数测量值比较采用配对资料 t 检验, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两次 WB-DWI 图像整体比较

33 名健康志愿者所有图像均显示良好, 图像总体评分均在 50 分以上, 未见明显金属伪影、错层及断层 (图 1)。前后两次重建图像一一比较, 整体图像差异均无统计学意义 ($P>0.05$, 表 1)。

2. 两次 WB-DWI 部分参数测量值

胼胝体压部、左侧颞枕白质、肝脏、脾脏、右肾、左肾区域两次检查测得的 ADC 值、eADC 值、 SI_{600} 及 SI_0

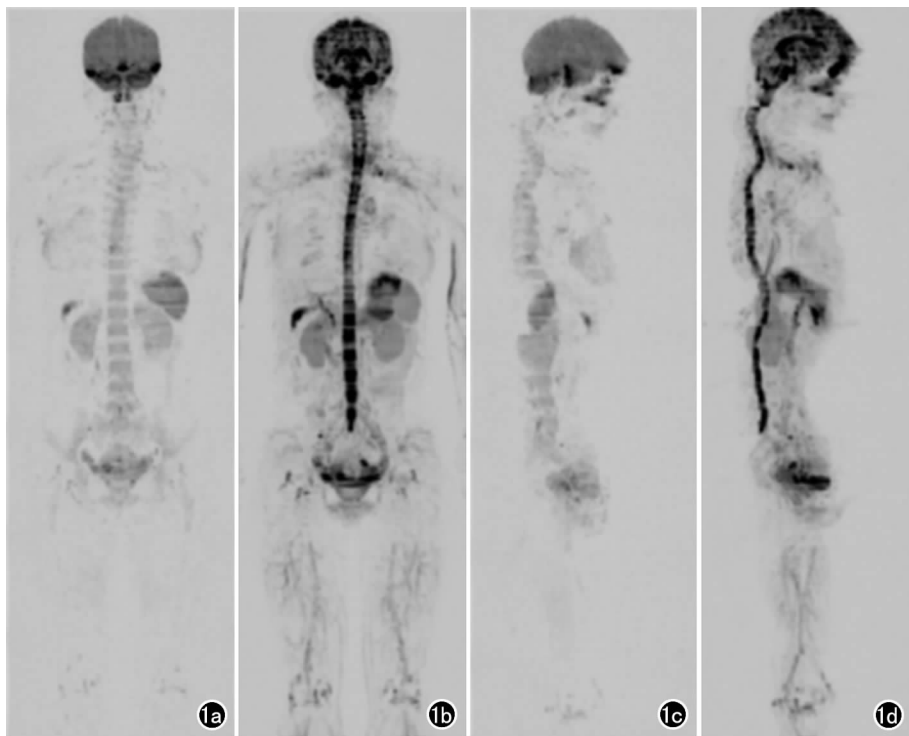


图 1 正常健康者志愿者 WB-DWI 图像, 女, 42 岁, 全身图像评分为 59 分, 头颈交界区有轻度变形。a) $b=600\text{s/mm}^2$ 正位图; b) $b=0\text{s/mm}^2$ 正位图; c) $b=600\text{s/mm}^2$ 侧位图; d) $b=0\text{s/mm}^2$ 侧位图。上述图像均经过 3D-MIP 及黑白翻转重建而成, 其中 A、C 图像类似于 PET 图像。图像整体显示良好, 各段相邻部分无明显错位, 所得图像清晰、无污染, 全身背景信号差距相仿, 无明显图像断层及错层, 正常组织背景信号被充分抑制。

表 1 健康志愿者两次 WB-DWI 图像评分比较

组别	评分
第 1 次	58.303±1.489
第 2 次	58.091±1.508

注:第 1 次和第 2 次图像评分比较,t 值=0.571,P 值=0.572。

表 2 两次 WB-DWI 头颅及上腹部参数测量值比较

项目/部位	第 1 次	第 2 次	t 值	P 值
ADC 值($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)				
胼胝体压部	0.840±0.218	0.826±0.192	0.703	0.487
左侧颞枕白质	1.092±0.067	1.119±0.088	1.582	0.123
肝脏	1.532±0.182	1.586±0.131	1.677	0.103
脾脏	1.713±0.241	1.708±0.293	0.111	0.912
右肾	2.958±0.257	2.911±0.330	0.652	0.519
左肾	2.852±0.348	2.991±0.445	1.410	0.168
eADC 值				
胼胝体压部	0.449±0.077	0.439±0.073	0.867	0.392
左侧颞枕白质	0.345±0.023	0.337±0.030	1.195	0.241
肝脏	0.089±0.027	0.089±0.029	0.048	0.962
脾脏	0.196±0.053	0.184±0.049	1.141	0.262
右肾	0.057±0.016	0.059±0.020	0.435	0.667
左肾	0.061±0.020	0.062±0.024	0.214	0.832
SI ₆₀₀				
胼胝体压部	95.170±11.135	95.452±11.879	0.143	0.887
左侧颞枕白质	89.200±7.740	89.412±9.200	0.130	0.897
肝脏	16.464±1.748	16.252±2.384	0.415	0.681
脾脏	68.042±18.442	69.876±24.780	0.627	0.536
右肾	51.794±8.260	49.785±10.121	1.109	0.276
左肾	52.327±9.764	50.279±13.942	0.786	0.438
SI ₀				
胼胝体压部	173.864±29.206	171.824±32.339	0.411	0.684
左侧颞枕白质	174.097±13.837	177.618±14.870	1.137	0.264
肝脏	54.021±3.753	54.500±3.526	0.624	0.537
脾脏	181.676±36.793	188.988±51.813	0.900	0.375
右肾	291.900±39.884	289.615±43.519	0.733	0.469
左肾	289.679±41.162	285.397±41.304	0.933	0.358

差异均无统计学意义($P>0.05$,表 2),各测量部位的 ROI 放置见图 2。同一检查者两次检查所得测量数据差异均无统计学意义,图像稳定性较高(SI₆₀₀、SI₀ 分别表示 $b=600、0\text{s}/\text{mm}^2$ 时的 SI 值)。

讨 论

1. WB-DWI 的成像原理

WB-DWI 是在传统 DWI 基础上衍生出来的,这一技术首先是由 Takahara 等^[8]在 1.5T MRI 基础上提出来的将 DWI 与短 T₁ 翻转恢复平面回波(STIR-EPI)扫描技术相结合的一种 MRI 成像方法。STIR-EPI 技术对主磁场和射频场场强的不均匀性不敏感,因此能够稳定、可靠地抑制背景信号。与脂肪抑制技术相比,STIR-EPI 能够更好地抑制大视野的脂肪及组织背景信号,包括脂肪、血管、肌肉和骨髓等组织信号,更加清晰地显示病变情况。MRI 的主要技术瓶颈为扫描时间长,受呼吸运动影响较大,常常需要检查者屏住呼吸来配合扫描检查,而体弱患者尤其是老年人因难以耐受长时间屏气而无法行相关的 MRI 检查。WB-DWI 技术克服了此种弊端,不仅患者可在自由呼吸状态下进行检查,并且扫描时间大大缩短,同时仍兼有 DWI 的优势,为全身大范围扫描提供了技术基础。WB-DWI 图像经 3D-MIP 重建可得到较高信噪比(signal-to-noise ratio,SNR)、较高分辨力的图像,通过

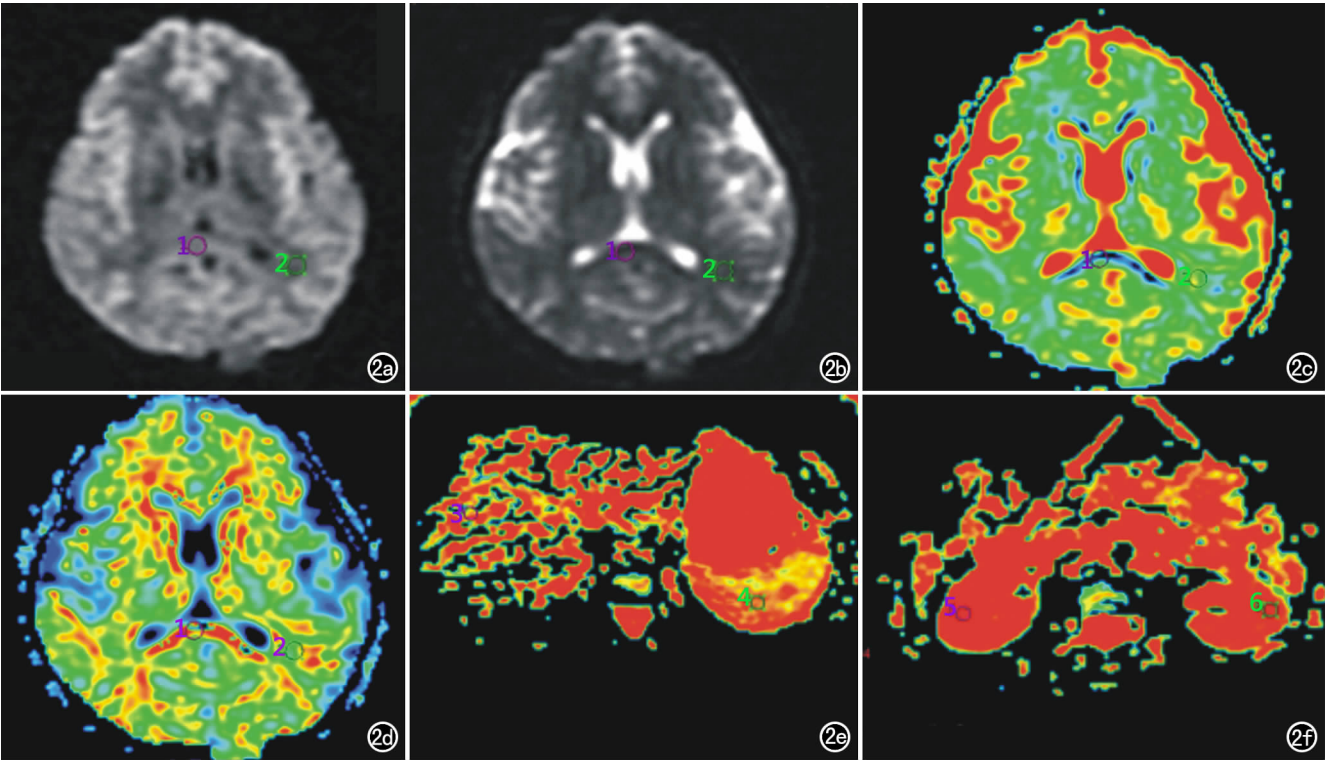


图 2 正常志愿者测量目标 ROI 选取位置示意图。a) 脑实质区域的 $b=600\text{s}/\text{mm}^2$ 图像; b) $b=0\text{s}/\text{mm}^2$ 图像; c) ADC 图; d) eADC 图,图中 ROI 1~2 依次放置在胼胝体压部及左侧颞枕叶白质; e) 测量肝脏及脾脏的 ADC 图,图中 ROI 3~4 依次放置于肝脏及脾脏; f) 测量两侧肾脏的 ADC 图,图中 ROI 5~6 依次放置在右侧肾脏及左侧肾脏。

黑白翻转技术对病变的显示可达到与 PET 相媲美的效果,可立体、直观地评估原发病灶和病灶外的肿瘤和/或非肿瘤病变,跟踪随访治疗效果,并可对 ADC 值进行定量测量^[4]。

2. WB-DWI 的正常表现

通常所说的与 PET 相媲美的 WB-DWI 图像是指利用 $b=600\text{s/mm}^2$ 原始图像经过后处理而获得,在此图像上体内处于自由游离状态即无扩散受限的水均呈背景信号;但是在利用 $b=0\text{s/mm}^2$ 原始图像经过后处理而获得的 WB-DWI 图像上,上述自由状态水均呈明显低信号,另外四肢大血管也可显示呈线样及网样低信号。体部其余结构在双 b 值重建图像上相差不大。体内生理性游离状态的自由水主要存在于颅内脑脊液、玻璃体及耳蜗内液体、椎管内脑脊液、胆道系统、泌尿系统、骨关节腔积液及体内生理性囊肿如卵泡囊肿等;病理性自由水主要存在于胸腹腔积液、各脏器囊性灶、各种病变囊变坏死区、组织水肿等。本研究正常 WB-DWI 图像从各角度观察,段与段之间无明显解剖变形、金属及磁敏感等伪影(图 1);正常背景组织包括肌肉、脂肪、胃肠道等均被抑制而呈背景色;脑组织、脊髓、会厌、脾脏、胆囊、肾脏、子宫、附件、睾丸、前列腺均呈中低信号,其中胆囊由于成分关系信号变化幅度较大,脾脏由于 T_2 透射效应呈明显低信号,肾脏及脾脏由于叠加 T_2 效应在 $b=0\text{s/mm}^2$ 图像上信号普遍减低^[5];骨髓腔总体上随年龄的增加信号逐渐下降,但是由于骨髓生理性转换顺序及速度不一表现稍有差别,总体上中轴骨及四肢骨近侧较其余部位信号略低^[6],但一般相对较均匀、对称,正常中老年人骨骼系统呈背景信号。

3. WB-DWI 的可重复性

图像及数据测量的高度稳定性及可重复性是 WB-DWI 可应用于临床和研究的一个必要前提。本研究显示同一台 MRI 设备在两次检查条件不变的情况下,对于同一健康志愿者前后两次 WB-DWI 总体图像差异无统计学意义($P>0.05$),而且间隔时间长短对图像无明显影响,本组中志愿者检查间隔时间为 71~405d,平均间隔时间为 237.4d,因此就同一台或者同一型号的 MRI 设备来说,WB-DWI 整体图像稳定性比较高,具有较好的可重复性。

WB-DWI 的成像技术及 ADC 值的研究,是 WB-DWI 的研究重点和发展方向。ADC 值的测量有助于病变的鉴别诊断、监测肿瘤病变的治疗效果和预后评估^[7-8],然而这都需要建立在 ADC 的测量具有良好可重复性和测量精确度的基础上。目前关于在自由呼吸情况下进行 ADC 值测量的类似研究国内外鲜有报道。Kwee 等^[9]使用 1.5T MRI 16 通道体表相控阵线

圈对 11 例健康志愿者进行研究发现,呼吸触发 DWI 所测量的 ADC 值可重复性较差,而且与自由呼吸状态下 DWI 及屏气状态下 DWI 相比,呼吸触发 DWI 所测量的肝脏 ADC 值更高。而 Nasu 等^[10]比较呼吸触发 DWI 和自主呼吸状态下 DWI,发现两种技术所测得的 ADC 值差异无统计学意义($P>0.05$),但自主呼吸状态下 DWI 所测得的肝脏病灶 ADC 值相对更加分散,本研究中亦发现类似结果,除了肝脏以外,脾脏、双肾、脑实质及骨骼系统病变在两种技术下测得的 ADC 值差异无统计学意义($P>0.05$)。Muro 等^[11]在运动和静止状态下测量模型内液体的 ADC 值,研究结果表明,物体在静止和运动状态下其 ADC 值有差异,但不超过 10%,同时对肝转移瘤研究的结果表明,与呼吸触发 DWI 相比,自主呼吸状态下 DWI 图像具有更高的信噪比,但这仅限于均质状态模型的 ADC 值测量。

对于静止的组织器官的 ADC 值测量的可靠性,已经有相关文献报道^[12],但亦仅限于自主呼吸状态下单次激发回波平面扩散加权成像(spin-echo planar imaging diffusion weighted imaging, SE-EPI-DWI)序列检查的 ADC 值测量的可重复性研究。采用 MR 设备内置的大体线圈和 STIR-EPI-DWI 序列在自由呼吸状态下的 WB-DWI,呼吸运动、心脏的搏动是否会影响到上腹部肝、脾、肾 ADC 值测量的重复性,以及静止状态下的颅内脑实质结构 ADC 值测量的重复性,国内外均未见相关报道。

本研究为了同时观察 WB-DWI 对运动及静止状态下器官的 ADC 值影响,选取中上腹部呼吸运动幅度较大的肝脏及脾脏、呼吸运动幅度相对较小的双肾、相对静止状态下的脑实质进行观察研究,在不限定时间间隔内完成重复检查。对于脑实质,笔者规定了固定的兴趣区放置部位。选择肝脏及脾脏作为研究对象,笔者没有规定 ROI 放置部位,只是要求前后两次检查选择的测量层面及 ROI 放置位置要求尽可能前后一致;因为 DWI 图像可能存在一定程度的变形和伪影,所以 ROI 选定在 $b=0\text{s/mm}^2$ 时相当于 T_2 WI 图像上进行手工放置,根据 ADC 图进行适当的调整,避开脏器边缘、良性病灶、较大的血管及胆管等结构,测量肝脏及脾脏的 ADC 值。Muller 等^[13]在研究正常人肾脏时发现,肾脏组织内水分子在各个方向的扩散速度并不一致,表现为扩散的各向异性。由于在 DWI 上无法清晰区分肾皮质和肾髓质,因此在本研究中 ROI 的放置没有区分皮髓质,取肾门水平外侧部肾实质作为测量部位。本组研究结果表明,自由呼吸状态下 WB-DWI 测量脑实质及腹部脏器前后两次 ADC 值差异均无统计学意义,具有很好的可重复性;同时笔者

前后两次测量了相同部位、相同 ROI 的 eADC 值、 $b=0, 600\text{s/mm}^2$ 时的 SI 值, 差异均无统计学意义, 同一健康志愿者前后两次参数的测量稳定性较高, WB-DWI 可重复性较好。

同时, 在研究过程中笔者深刻体会到肝脏及脾脏两次测量位置尽可能一致的重要性, 因为测量位置稍有偏差, 两次所得数据差异就比较大。笔者发现自主呼吸状态下 DWI 检查, 在 STIR-EPI-DWI 序列上所测得的各项数据比 SE-EPI-DWI 序列相对更加分散, 笔者推测可能由于施加了 STIR, 图像的本底信号丢失较严重, 导致各脏器信号相对更加不均。

总之, 同一志愿者前后两次行 WB-DWI 检查, 无论在图像整体评价还是内在的参数测量上, 均具有很好的可重复性, 为 WB-DWI 应用于临床和研究提供了依据。

参考文献:

- [1] 马婉玲, 宦怡, 印弘, 等. 全身 DWI 的正常表现及在转移瘤筛查中的临床应用[J]. 放射学实践, 2012, 27(6): 657-660.
- [2] 康厚艺, 张伟国, 金榕兵, 等. 肺癌的 MR 全身 DWI 与 PET 成像的对照研究[J]. 放射学实践, 2011, 26(3): 286-289.
- [3] 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.
- [4] Dietrich O, Biffar A, Baur-Melnyk A, et al. Technical aspects of MR diffusion imaging of the body[J]. Eur J Radiol, 2010, 76(3):

314-322.

- [5] Parker GJ. Analysis of MR diffusion weighted images[J]. Br J Radiol, 2004, 77(2): 176-185.
- [6] 徐贤, 张金山, 马林, 等. 3.0T 磁共振全身扩散加权成像的正常表现和初步临床研究[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(6): 793-796.
- [7] Charles-Edwards EM, deSouza NM. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging and its application to cancer[J]. Cancer Imaging, 2006, 6(1): 135-143.
- [8] Jin ZY, Xue HD. Whole body diffusion weighted imaging: a new era of oncological radiology[J]. Chin Med Sci J, 2008, 23(3): 129-132.
- [9] KWee TC, Takahara T, Koh DM, et al. Comparison and reproducibility of ADC measurements in breath hold, respiratory triggered, and free-breathing diffusion-weighted MR imaging of the liver[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2008, 28(5): 1141-1148.
- [10] Nasu K, Kuroki Y, Sekiguchi R, et al. The effect of simultaneous use of respiratory triggering in diffusion-weighted imaging of the liver[J]. Magn Reson Med Sci, 2006, 5(3): 129-136.
- [11] Muro I, Takahara T, Horie T, et al. Influence of respiratory motion in body diffusion weighted imaging under free breathing (examination of a moving phantom)[J]. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi, 2005, 61(11): 1551-1558.
- [12] 蔡林峰, 陈韵彬. 肝脏磁共振弥散加权成像的可重复性研究[J]. 中国 CT 与 MRI 杂志, 2008, 6(6): 39-41.
- [13] Muller MF, Prasad PV, Bimmler D, et al. Functional imaging of the kidney by means of measurement of the apparent diffusion coefficient[J]. Radiology, 1994, 193(12): 711-715.

(收稿日期: 2012-09-17 修回日期: 2013-01-23)

2013 年《实用放射学杂志》征订启事

《实用放射学杂志》是国内外公开发行的医学影像学学术期刊, 创刊于 1985 年, 月刊。中国标准连续出版物号: ISSN 1002-1671 CN 61-1107/R。本刊坚持以学术性为前提, 注重理论与实践相结合, 学术性与实用性相结合, 面向基层, 突出实用的办刊宗旨, 全面报道 X 线、计算机 X 线摄影(CR)、数字 X 线摄影(DR)、DSA、CT、MRI、介入放射学、影像技术学等方面的新知识、新成果, 是医学影像学发展和学术交流的良好平台。本刊为中国期刊方阵双效期刊, 中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊), 中国科学引文数据库收录期刊, 《中文核心期刊要目总览》收录期刊, 中国科技期刊精品数据库收录期刊, 万方数据数字化期刊全文数据库收录期刊, 美国《剑桥科学文摘》收录期刊, 美国《化学文摘》收录期刊, 美国《乌利希期刊指南》收录期刊, 《日本科学技术振兴机构数据库》收录期刊, 波兰《哥白尼索引》收录期刊, WHO 西太平洋地区医学索引来源期刊。

本刊为月刊, 大 16 开本, 彩色印刷。每册 12 元, 全年 144 元。订户可随时到当地邮局订阅, 邮发代号: 52-93; 也可向本刊编辑部直接订阅, 免邮寄费。

编辑部地址: 710068 陕西省西安市环城南路西段 20 号海联大厦 605 室

联系电话: 029-82122004 029-82122003(传真)

网址: www.syfsxzz.com.cn 电子信箱: syfsxzz@sina.com