

论 著

骨盆部IDEAL-IQ及DWI成像对女性贫血的诊断价值*

新乡医学院第一附属医院核磁共振科 (河南 卫辉 453100)

孟楠 岳巍 翟战胜
殷慧佳 段金辉 韩东明

【摘要】目的 探讨骨盆诸骨ADC值及FF值与女性贫血程度的关系, 评价磁共振IDEAL-IQ及DWI序列诊断女性贫血的可行性。**方法** 回顾性分析40例女性贫血患者和40例女性正常志愿者的影像资料, 分别测量骨盆诸骨(耻骨、髂骨、骶骨和坐骨)的ADC值及FF值, 比较组间各参数值的差异并采用受试者工作特征(ROC)曲线评价各参数值的阈值及诊断效能。**结果** 同年龄段正常组的ADC值和FF值均高于贫血组, 中年组ROC曲线下面积分别是0.978、0.764, 诊断阈值分别为 $0.646 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、67.10%, 老年组ROC曲线下面积分别是0.819、0.897, 诊断阈值分别为 $0.578 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、59.80%; 轻度贫血组的ADC值和FF值均高于中、重度贫血组($P < 0.05$), 中、重度贫血组间各参数值没有统计学差异; 骨盆不同解剖部位间各参数值无统计学差异。**结论** 磁共振IDEAL-IQ及DWI成像能够从骨髓成分变化的角度间接反映女性是否贫血, 并可初步判定贫血程度。

【关键词】 脂肪定量; 扩散加权成像; 贫血; 骨盆诸骨

【中图分类号】 R816.91

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省科技攻关计划项目 (201503137)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.09.038

通讯作者: 韩东明

Diagnostic Value of the Parameters of IDEAL-IQ and DWI Sequence in Female Pelvis with Iron Deficiency Anemia*

MENG Nan, YUE Wei, ZHAI Zhan-sheng, et al., Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China

[Abstract] **Objective** To investigate the diagnostic value of ADC value and FF value of female pelvic bone with iron deficiency anemia. **Methods** Analyzed the MR images of 40 patients with anemia and 40 normal volunteers retrospectively. Measured the ADC values and FF values of pelvic bones (pubis, iliac bone, sacrum and ischial bone) respectively, compared the diversity of the parameter values in two groups, and analyzed each parameter value in light, moderate and severe anemia groups and different anatomical sites. The Receiver Operating Characteristic(ROC) curve was used to evaluate the threshold value and the diagnostic efficiency of these parameter values. **Results** The ADC values and FF values in the normal group were higher than those in the anemia group. The area under the ROC curve was 0.843 and 0.838, and the diagnostic thresholds were $0.646 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 65.47%, the ADC values and FF values in light anemia group were higher than those in moderate and severe anemia group($P < 0.05$). There was no significant difference in the parameters between the moderate and severe anemia groups, as well as the parameters in different anatomical sites in pelvis. **Conclusion** Magnetic resonance IDEAL-IQ and DWI imaging can indirectly reflect the anemia of women from the perspective of bone marrow component changes, and can preliminarily determine the degree of anemia.

[Key words] Fat Quantification; Diffusion Weighted Imaging; Anemia

贫血是临床上常见的一类症状, 其发生和发展不仅反映血液系统异常, 某些情况下还可以提示肿瘤、肾病等疾患的发生^[1]。女性由于月经、妊娠、哺乳、避孕等各类原因, 成为贫血的高发人群。以往利用影像学手段对贫血进行筛查, 主要依靠胸部大血管或胸腔内血液CT值进行初步判定^[2], 但存在着大血管依赖性强、辐射较高, 难以反映骨髓造血功能变化等缺点。磁共振扩散加权成像技术(diffusion weighted imaging, DWI)和水脂分离成像技术(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least square estimation-iron quantification, IDEAL-IQ)分别能够反映组织内细胞增殖情况^[3-4]及脂肪含量^[5]。本研究旨在探讨同年龄段贫血女性和正常女性DWI及IDEAL-IQ序列信号特征及相关参数值的差异, 为女性贫血的影像学诊断提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 研究对象 收集2016年9月~2017年8月来我院就诊的贫血患者。纳入标准: ①患者及家属知情同意; ②女性(>25岁, 非孕期); ③行MR扫描前、后1天内行相关检查获得明确结果。排除标准: ①检查前接受过相关治疗; ②扫描序列不完整或图像存在明显运动/金属伪影; ③患恶性血液系统疾病(如白血病)或已明确诊断多发骨盆转移者。搜集同期行盆腔MRI检查, 但未有贫血患者, 纳入标准: ①MRI显示骨盆诸骨信号正常且血常规显示未有贫血征象者; ②图像清晰, 能

满足诊断及图像后处理需要。符合纳入标准的贫血患者共40例,年龄38~69岁,中位年龄52岁;正常者40例,年龄37~68岁,中位年龄51岁。

1.2 分组标准 ①根据国内专家共识^[6]: $Hb < 110g/L$ 者归为贫血组, $Hb \geq 110g/L$ 为正常组; $90g/L \leq Hb < 110g/L$ 为轻度贫血组(17例), $60g/L \leq Hb < 90g/L$ 为中度贫血组(17例), $30g/L \leq Hb < 60g/L$ 为重度贫血组(6例),因缺乏 $Hb < 30g/L$ 患者,故不单独分组。②根据骨盆不同解剖部位,分为骶骨组、髂骨组、耻骨组以及坐骨组。③根据不同年龄段骨髓DWI^[7]和IDEAL-IQ^[8]参数值有所差异的原因,在进行正常组与贫血组对比分析时将入组病例细化为中年组(35~55岁,贫血组22例,正常组20例)和老年组(55岁以上组,贫血组18例,正常组20例);由于病例较少,不同贫血程度组及不同解剖部位组试验并未进行此细化研究。

1.3 检查方法 应用3.0T MR扫描仪(Discovery MR750, GEHealthcare, USA)和16通道相控阵体线圈对患者进行盆腔MRI扫描。扫描序列轴位TIWI序列(FOV: $36 \times 28cm$, 层厚5.0mm, 层间距1.0mm, 矩阵 288×256 ; TR 659ms, TE minimum), 脂肪抑制T2WI序列(TR: 2959ms, TE: 68ms, 矩阵、层厚、层间距同轴位T1WI); 轴位DWI($b=0、500s/mm^2$, NEX=4, FOV: $36 \times 28cm$, 层厚5.0mm, 层间距1.0mm); IDEAL-IQ序列: 憋气扫描(16s), 轴位(TR 10.8ms, TE minful, 带宽111kHz, FOV $44cm \times 44cm$, 矩阵 256×224 , 翻转角 3° , NEX=4)。

1.4 图像处理及分析

1.4.1 图像后处理方法: 将DWI及IDEAL-IQ序列图像传至美

国GE AW 4.6工作站, 由1名主治医师和1名副主任医师(分别具有5年及10年临床经验)共同阅片, 分别测量骨盆诸骨的表现弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值和脂肪含量比(fat fraction, FF)值。

1.4.2 ROI的选取方法: 手动选取ROI, 分别在双侧坐骨、髂骨、耻骨及骶骨对称选取2个形状、大小近似的ROI, 面积一般为 $30mm^2$ 左右, 获取每个ROI的平均参数值, 每位观察者测量2次, 取平均值, 最终结果取两位观察者的平均值。参考标准: ①选取目标骨显示最为清晰横断层面, 尽量包括DWI信号最为均匀一致的区域; ②ROI边缘与骨质边缘保持

一定距离, 避免不同组织相互干扰。

1.5 统计方法 应用SPSS21.0软件进行统计学分析, 服从正态分布及方差齐性计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示, 采用独立样本t检验; 如不服从正态分布数据用中位数M(P25, P75)表示, 采用独立样本非参数检验(Mann-WhitneyU检验)及Spearman秩和相关进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。并对差异具有统计学意义的参数进行ROC曲线分析得出最佳诊断阈值, 从而获得诊断敏感性 & 特异性。

2 结果

表1 (中年)贫血组和正常组ADC值和FF值对比

分组	ADC值 ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	FF值 (%)
贫血组	0.58 ± 0.08	58.69 ± 6.39
正常组	0.75 ± 0.07	67.40 ± 10.12
t值	7.636	3.366
P值	<0.01	<0.01

表2 (老年)贫血组和正常组ADC值和FF值对比

分组	ADC值 ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	FF值 (%)
贫血组	0.53 ± 0.06	51.09 ± 7.41
正常组	0.65 ± 0.12	69.52 ± 11.31
t值	3.763	0.727
P值	<0.01	<0.01

表3 ADC值和FF值的诊断效能

参数	ROC曲线下面积	阈值	敏感度 (%)	特异度 (%)
中年 ADC ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	0.978	0.646	95.0	90.9
FF值 (%)	0.764	67.10	55.0	90.9
老年 ADC ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	0.819	0.578	70.0	77.8
FF值 (%)	0.897	59.80	80.0	94.4

表4 轻、中、重度贫血组ADC值和FF值对比

分组	轻度	中度	重度	F值	P值
ADC值 ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	0.61 ± 0.04	0.52 ± 0.08	0.49 ± 0.06	14.823	<0.01
F值 (%)	59.40 ± 6.88	53.40 ± 6.92	48.87 ± 6.99	6.225	<0.01

表5 轻、中、重度贫血组ADC值和FF值两两对比

分组	轻度vs中度	轻度vs重度	中度vs重度
ADC值 ($\times 10^{-3}mm^2/s$)	<0.01	<0.01	>0.05
F值 (%)	<0.05	<0.05	>0.05

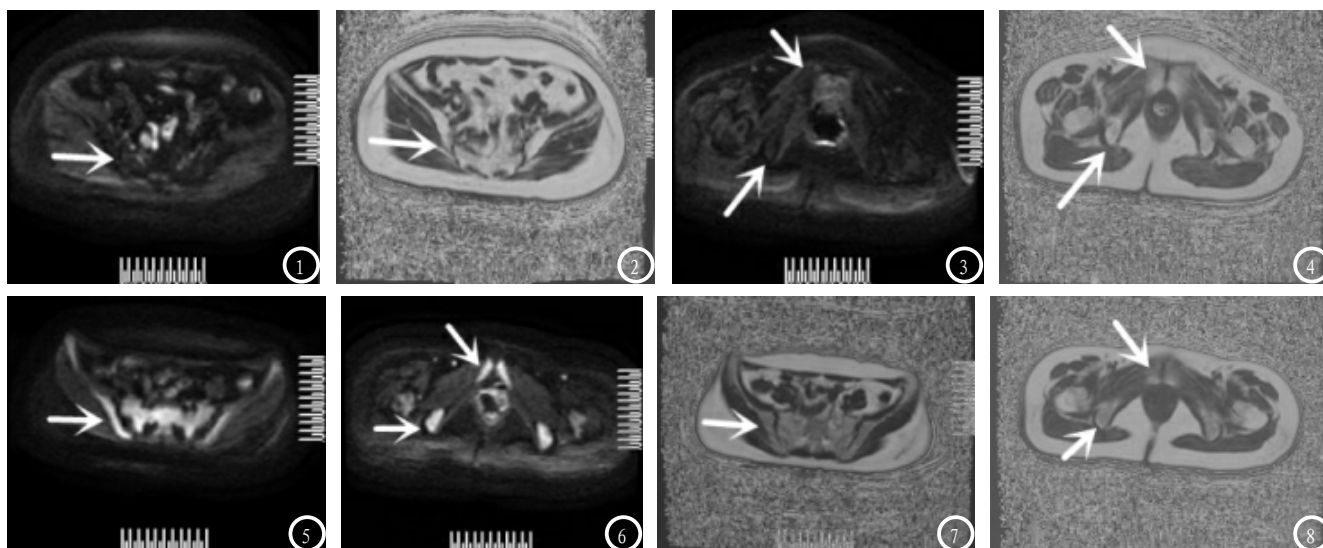


图1-4 女, 51岁, Hb=120g/L, 平均ADC值= $0.879 \times 10^3 \text{mm}^2/\text{s}$; 轴位DWI ($b=500 \text{s}/\text{mm}^2$) 序列图像示骶骨、髂骨(箭, 图1), 耻骨、坐骨(箭, 图3)呈等/稍低信号; 轴位IDEAL-IQ序列脂肪含量比图像示骶骨、髂骨(箭, 图2), 耻骨、坐骨(箭, 图4)呈等/稍高信号。图5-8 女, 55岁, Hb=68g/L, 平均ADC值= $0.417 \times 10^3 \text{mm}^2/\text{s}$; 轴位DWI ($b=500 \text{s}/\text{mm}^2$) 序列图像示骶骨、髂骨(箭, 图5), 耻骨、坐骨(箭, 图6)呈均匀高信号; 轴位IDEAL-IQ序列脂肪含量比图像示骶骨(箭, 图7), 耻骨、坐骨(箭, 图8)呈等/稍低信号。

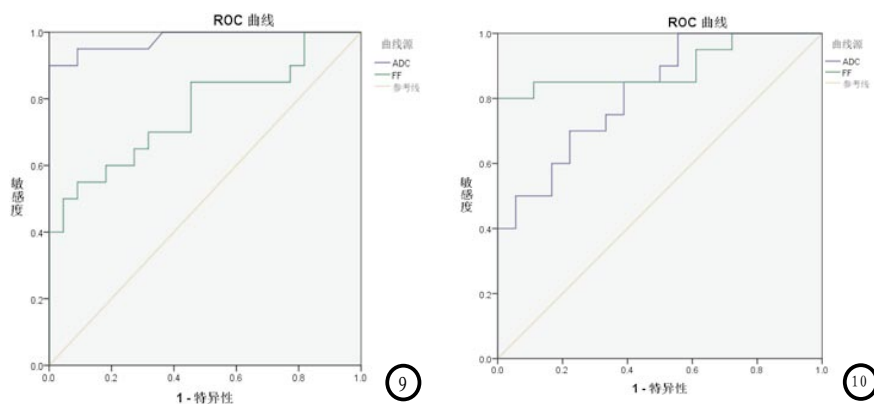


图9-10 ADC值和FF值诊断缺铁性贫血的ROC曲线(左侧中年组; 右侧老年组)。

正常组骨盆诸骨DWI及IDEAL-IQ序列图像表现如图1-4; 贫血组骨盆诸骨DWI及IDEAL-IQ序列图像表现如图5-8。正常组内中年组和老年组的ADC值和FF值均高于贫血组内相应组别(表1、2), ROC曲线下面积为0.843、0.838(表3, 图9-10); 轻度贫血组的ADC值和FF值均高于中、重度贫血组, 中、重度贫血组的ADC值和FF值则无明显差异(表4、5); 骨盆不同解剖部位ADC值和FF值无明显差异。

3 讨论

骨髓是人体最主要的造血器官, 可以分为具有造血功能的造血性红骨髓和无造血功能脂肪性

黄骨髓。对于25岁以上的成年人来说, 红骨髓主要分布于颅骨、脊柱、骨盆等中轴骨及肱、股骨近端, 黄骨髓则主要分布于长骨的其他部位。既往关于骨髓的各类MR研究多集中在颅骨、椎体等部位^[9], 对于骨盆部骨髓则相对缺乏系统性研究。因此本研究采用骨盆部的DWI和IDEAL-IQ成像, 既可满足观测要求, 又能为今后骨髓MR研究提供一定的参考依据。

DWI是一种能够无创反映组织内水分子扩散运动情况并通过表面观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)对其进行定量分析的MR技术。扩散敏感系数(b 值)是DWI序列成像的关键因素之

一, 其过高或过低都会对疾病的诊断产生影响。Yeung等^[10]认为 b 值在 $200\text{--}500 \text{s}/\text{mm}^2$ 范围内有利于显示骨髓情况, 因此本研究 b 值最终选取为 $500 \text{s}/\text{mm}^2$ 。除却 b 值因素, DWI序列上组织信号强度与ADC值主要与水分子扩散运动情况有关。本研究中贫血组骨盆诸骨DWI像信号强度普遍高于正常组, ADC值普遍低于正常组且差异具有统计学意义($P<0.05$), 表明贫血组骨盆部骨髓内水分子扩散运动受限。分析原因如下: 当机体处于贫血状态时, 由于黄骨髓向红骨髓的转化、红骨髓本身的代偿性加速造血以及髓腔内血窦数量有限等原因, 使骨髓腔有限的空间内聚集大量细胞, 进而导致细胞外间隙减小, 水分子的扩散运动受阻。

IDEAL-IQ是基于化学位移水脂分离方法^[11]来实现精确脂肪定量的MR新技术, 一次屏气扫描即可生成包括纯脂肪像、脂肪比像等在内的6种图像, 且只需在脂肪比图像上勾画ROI, 便可获得相应区域内脂肪百分比含量, 并已在肝脂肪定量分析领域^[12]获得广泛认可。骨髓主要由红骨髓和黄

骨髓组成,其中红骨髓内水、脂肪和蛋白质的比例为40:40:20;黄骨髓内三者比例为15:80:5^[13],因此骨髓内的脂肪信号主要取决于黄骨髓。正常情况下,红、黄骨髓的比例基本稳定,但当机体处于贫血状态时,由于代偿需要,一部分黄骨髓将转化为红骨髓,这就使得骨髓内脂肪含量降低。本研究中贫血组的脂肪比图像信号强度和FF值普遍低于正常组且差异具有统计学意义($P < 0.05$),与上述推论一致。

此外,本研究还对轻、中、重度贫血组以及不同骨盆解剖部位组的ADC值和FF值进行了统计分析,结果显示:①ADC值和FF值随着贫血程度的加重呈逐渐减小趋势,但仅有轻度贫血组与中、重度贫血组的差异有统计学意义,中、重度贫血组间则无明显差异。②骨盆不同解剖部位的ADC值和FF值未见明显差异。分析其可能原因如下:①红骨髓造血能力以及黄骨髓的转化能力有特定阈值,到达一定程度便不能继续增加;②红骨髓自身ADC值较高,其含量增加有可能对骨髓ADC值产生影响;③骨盆诸骨骨髓转化与解剖部位关系不大,具有一致性。

本研究的局限性:①病例数较少,未能对不同贫血程度组以及不同解剖部位组的研究对象进行不同年龄段细化分析对比,可能会对试验结果产生影响。②研究对象多为发病率较高的失血性贫血、溶血性贫血以及部分造血原料不足或利用障碍所导致的贫血(缺铁性贫血等),并不包括再生障碍性贫血等低发病率的贫血

类型。③由于条件限制,并未进行男性贫血患者的相关研究以及男女对比研究。后续研究中,将纳入更多病例,优化研究方案,提高本研究的代表性及准确性。

综上所述,DWI和IDEAL-IQ序列能够对女性贫血患者进行初步评价,虽然血常规检查以其性价比高且较为实用的优势已被临床广泛认可,但是上述序列可作为诊断贫血的补充手段,对一些不能耐受抽血的患者或因其他疾病行盆部MR扫描的患者,在确认主要疾病的前提下进行贫血的提示,为贫血的影像学诊断提供新的思路。

参考文献

- [1] Yang Z, Wu B, Zhou Y, et al. Clinical and serological characterization of autoimmune hemolytic anemia after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation[J]. Chin Med J (Engl), 2014, 127(7): 1235-1238.
- [2] Jung C, Groth M, Bley TA, et al. Assessment of anemia during CT pulmonary angiography[J]. European journal of radiology, 2012, 81(12): 4196-4202.
- [3] 赵全泽. 3.0T磁共振弥散加权成像(DWI)及波谱分析(MRS)在前列腺癌的诊断效果分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(9): 55-58.
- [4] 彭艳霞, 蔡宏民, 崔春艳, 郑小丽, 伍尧洋, 李立. DWI及动态增强MRI鉴别乳腺病变的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(1): 1-4.
- [5] Kuhn JP, Hernando D, Meffert PJ, et al. Proton-density fat fraction and simultaneous R2* estimation as an MRI tool for assessment of osteoporosis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(12): 3432-3439.

- [6] 陈灏珠. 实用内科学. 第14版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 2308-2312
- [7] 徐贤, 马林, 安宁豫, 等. 健康成人骨髓全身磁共振扩散加权成像研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(6): 401-405, 410.
- [8] Martin J, Nicholson G, Cowin G, et al. Rapid determination of vertebral fat fraction over a large range of vertebral bodies[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2014, 58(2): 155-163.
- [9] Herrmann J, Krstin N, Schoennagel BP, et al. Age-related distribution of vertebral bone-marrow diffusivity[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(12): 4046-4049.
- [10] Yeung DK, Wong SY, Griffith JF, et al. Bone marrow diffusion in osteoporosis: evaluation with quantitative MR diffusion imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 19(2): 222-228.
- [11] Meisamy S, Hines CD, Hamilton G, et al. Quantification of hepatic steatosis with T1-independent, T2*-corrected MR imaging with spectral modeling of fat: blinded comparison with MR spectroscopy[J]. Radiology, 2011, 258(3): 767-775.
- [12] Chang HJ, Lin LH, Li CW, et al. Magnetic resonance fat quantification in living donor liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2014, 46(3): 666-668.
- [13] Guillerman RP. Marrow: red, yellow and bad[J]. Pediatr Radiol, 2013, 43(1): S181-192.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2017-10-15