❖骨骼肌肉影像学

Impact of age and menstrual status on ADC value of pelvic bone marrow in adult women

PANG Huiting, ZHANG Xiaomiao, DONG Yue*, LUO Yahong, YU Tao, LIU Fan
(Department of Radiology, Cancer Hospital of China Medical University, Shenyang 110042, China)

[**Abstract**] **Objective** To explore the impact of age and menstrual status on ADC value of pelvic bone marrow in adult women. **Methods** ADC data of pelvic bone marrow in 124 adult women were retrospectively analyzed, including 51 premenopausal women (premenopausal group, 32 aged >40 and 19 aged ≤40 years) and 73 postmenopausal women (postmenopausal group, 27 aged >60 and 46 aged ≤60 years). ADC values of pelvic bone marrow in different age and menstrual status of adult women were compared. **Results** ADC value of pelvic bone marrow in premenopausal group was higher than that in postmenopausal group ($P<0.001$). In premenopausal group, ADC values in patients aged ≤40 years were higher than those >40 years ($P<0.001$). In postmenopausal group, no significant difference of ADC value was found between women ≤60 years and >60 years ($P>0.05$). ADC value of women's pelvic bone marrow showed negative correlation with age ($r_s=-0.581$, $P<0.001$), and similar linear correlation was found in premenopausal group ($r_s=-0.301$, $P=0.032$), whereas no significant correlation was detected between age and ADC value in postmenopausal women ($P>0.05$). **Conclusion** ADC value of pelvic bone marrow in adult women decrease with aging, and the tendency is more pronounced in premenopausal women.

[**Keywords**] bone marrow, pelvis; diffusion-weighted imaging; apparent diffusion coefficient; age; menstruation
DOI:10.13929/j.1003-3289.201805059

年龄和月经状态对成年女性骨盆骨髓 ADC 值的影响

庞慧婷,张晓苗,董 越*,罗娅红,于 韬,刘 凡
(中国医科大学肿瘤医院放射科,辽宁 沈阳 110042)

[**摘 要**] **目的** 探讨年龄和月经状态对成年女性骨盆骨髓 ADC 值的影响。**方法** 回顾性分析 124 例成年女性骨盆骨髓 ADC 值,其中未绝经组 51 例,32 例年龄>40 岁,19 例≤40 岁;绝经组 73 例,27 例年龄>60 岁,46 例≤60 岁。比较不同月经状态及不同年龄女性之间骨盆骨髓 ADC 值的差异。**结果** 未绝经组女性骨盆骨髓 ADC 值高于绝经组($P<0.001$);未绝经组中,≤40 岁者 ADC 值高于>40 岁者($P<0.001$);绝经组≤60 岁 ADC 值与>60 岁比较差异无统计学意义($P>0.05$)。女性骨盆骨髓 ADC 值整体上与年龄呈负相关($r_s=-0.581$, $P<0.001$),未绝经女性二者呈负相关($r_s=-0.301$, $P=0.032$),而绝经后女性二者无显著相关($P>0.05$)。**结论** 成年女性骨盆骨髓 ADC 值随年龄增长而下降,这种趋势在绝经前女性中尤为显著。

[**关键词**] 骨髓,骨盆;扩散加权成像;表观扩散系数;年龄;月经
[**中图分类号**] R332; R445.2 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2019)01-0125-04

[**基金项目**] 辽宁省自然科学基金(20170540564)。
[**第一作者**] 庞慧婷(1994—),女,辽宁丹东人,在读硕士,医师。研究方向:骨骼肌肉影像研究。E-mail:240759355@qq.com
[**通信作者**] 董越,中国医科大学肿瘤医院放射科,110042。E-mail:dyy1026@sina.com
[**收稿日期**] 2018-05-11 [**修回日期**] 2018-09-28

DWI 是目前唯一可无创反映活体组织水分子扩散的影像学检查方法。骨髓中含有丰富的水、脂肪和蛋白成分，为 DWI 提供了良好基础。既往主要采用 ADC 值定量分析骨髓中水分子的弥散程度，并以此区分良恶性椎体骨折[1]。ADC 值还常被应用于辅助诊断骨质疏松[2-3]。女性随月经和年龄变化，机体各器官、系统均会发生相应的生理改变。但是，目前对女性骨髓 ADC 值随月经及年龄变化的研究较少，相关研究[4-5]多集中于腰椎，对骨盆的研究少见。在中轴骨中，女性骨盆骨髓的生理性转化尤为显著，了解女性骨盆骨髓的 ADC 值特征，可为诊断早期骨盆病变提供帮助。本研究探讨年龄和月经状态对成年女性骨盆骨髓 ADC 值的影响。

1　资料与方法

1.1　一般资料　回顾性分析 2017 年 8 月—2018 年 1 月于我院接受骨盆 DWI 检查的 124 例成年女性患者的影像学资料，年龄 31～71 岁，平均(51.4±9.2)岁；其中 51 例未绝经(未绝经组)，平均年龄(42.9±5.5)岁，32 例＞40 岁，19 例≤40 岁；73 例已绝经(绝经组)，平均年龄(57.4±6.1)岁，27 例＞60 岁，46 例≤60 岁。纳入标准：①无骨髓及血液疾病史，血常规检查结果正常；②无服用激素类药物史；③无恶性肿瘤史；④MRI 示骨盆无形态及信号异常。本研究通过中国医科大学肿瘤医院伦理委员会批准(批准文号：20170224)，所有患者均签署知情同意书。

1.2　仪器与方法　采用 Siemens Magnetom Trio 3.0T MR 扫描仪，8 通道体部相控阵线圈及呼吸门控。检查前嘱患者饮水以适度充盈膀胱，待其静息 15～30 min 后行常规 MR 平扫及 DWI 扫描，扫描范围自髂骨翼上缘至耻骨联合下缘水平。MR 平扫序列及参数：轴位 T1W，TR 550 ms，TE 13 ms，层厚 4 mm，间距 1 mm，视野 400 mm×400 mm，激励次数 2；脂肪抑制序列轴位和矢状位 FSE T2W，TR 550 ms，TE 3 ms，层厚 4 mm，间距 1 mm，视野 400 mm×400 mm，激励次数 2。DWI 扫描序列及参数：轴位单次激发 SE-EPI 序列，TR 3 500 ms，TE 93 ms，层厚 4 mm，间距 1 mm，视野 400 mm×400 mm，矩阵 320×256，选取 3 个方向的扩散敏感梯度，b 值取 0 和 1 000 s/mm^2。

1.3　图像分析　将所获图像资料导入 GE Omni Kinetics 软件，获得参考 b 值为 0 的 ADC 图像，测量骨盆平均 ADC 值。分别调至经股骨头上方的髂骨层面、股骨头中心的耻骨层面及股骨头下方的坐骨层面，在信号均匀处勾画 6 个圆形 ROI，左右各 3 个，面积(100±5)mm^2，避开周围骨皮质及血管，取左右两侧 ADC 值的均值作为骨盆骨髓 ADC 值(图 1)。

1.4　统计学分析　采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，以秩和检验比较不同月经状态及不同年龄女性之间骨盆骨髓 ADC 值的差异；采用 *Spearman* 相关性检验评价 ADC 值与年龄间的相关性。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

未绝经组骨盆骨髓 ADC 值为(0.29±0.10)×10^{-3} mm^2/s，绝经组为(0.17±0.06)×10^{-3} mm^2/s，组间比较差异有统计学意义($Z=-6.19$，$P<0.001$)。未绝经组≤40 岁者骨盆骨髓 ADC 值为(0.33±0.08)×10^{-3} mm^2/s，＞40 岁者为(0.27±0.11)×10^{-3} mm^2/s，两者比较差异有统计学意义($Z=-2.16$，$P=0.031$)；绝经组≤60 岁者骨盆骨髓 ADC

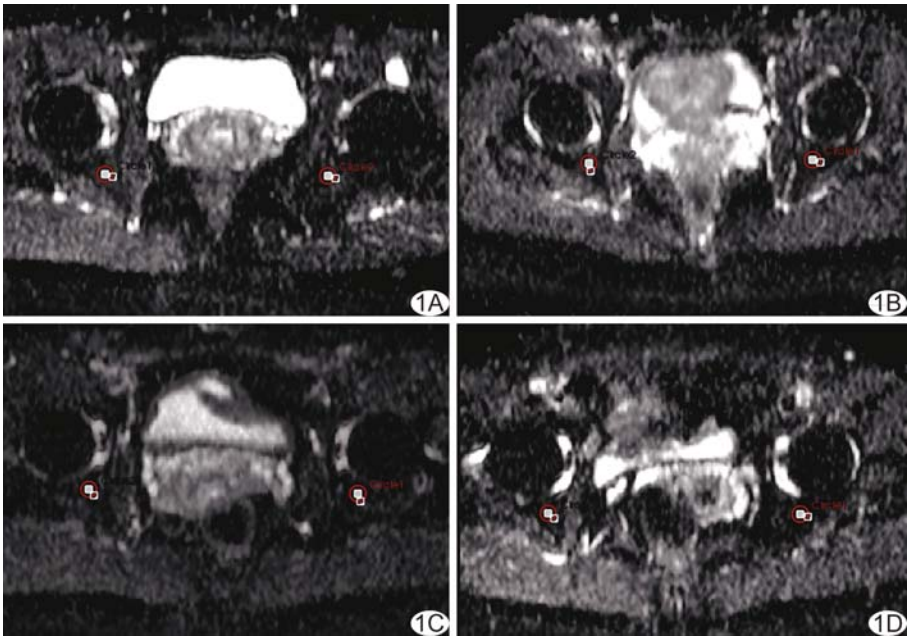


图 1　女性骨盆 ADC 图　A. 37 岁未绝经女性；B. 46 岁未绝经女性；C. 54 岁绝经女性；D. 63 岁绝经女性　(圆圈为左右两侧骨盆测量 ADC 值的 ROI)

值为（0.18±0.07）×10^{-3} mm^2/s，＞60 岁者为（0.16±0.05）×10^{-3} mm^2/s，两者比较差异无统计学意义（$Z=-0.58$，$P=0.560$）。

女性骨盆骨髓 ADC 值整体上与年龄呈负相关（$r_s=-0.581$，$P<0.001$）。未绝经女性骨盆骨髓 ADC 值与年龄呈负相关（$r_s=-0.301$，$P=0.032$），而绝经后女性二者无显著相关（$P>0.05$）。

3 讨论

3.1 正常骨髓的 ADC 值特点 骨髓主要由骨小梁、造血细胞、脂肪细胞和间质成分构成。其中，脂肪细胞、造血细胞均由多能间充质干细胞分化而来，由于两种细胞的同源性以及受周围骨小梁的限制，造血组织的增多或减少伴随着脂肪组织的相应变化[6]。健康女性骨髓在约 25 岁时达到成人型，此时中轴骨及四肢长骨近端以富含造血细胞的红骨髓为主，在其余部位则主要为黄骨髓。随着年龄的增长，松质骨（骨盆骨为松质骨）发生生理性红黄骨髓转化，富含脂肪的黄骨髓成分逐渐增加，造血红骨髓则相应减少。有研究[7]证实，红骨髓的 ADC 值高于黄骨髓，其原因是造血组织中丰富的红骨髓含有更多的细胞内液及细胞间隙间的自由水，使分子弥散空间增大，ADC 值升高；由于脂肪组织与造血组织的交互作用，使富含脂肪组织的黄骨髓的 ADC 值降低。

3.2 月经状态对骨盆骨髓 ADC 值的影响 本研究中绝经后女性骨盆 ADC 值较未绝经女性明显降低，其主要原因在于绝经引起的雌激素水平急剧下降。雌激素对破骨细胞的抑制作用和成骨细胞的促进作用均相应降低，导致骨量减少、骨小梁稀疏变细[8]，扩大的骨小梁间隙被脂肪细胞充填，导致细胞外间隙逐渐减小，使水分子的扩散运动受限，ADC 值降低[9]。但是，既往对于骨量与 ADC 值相关性的研究尚无一致性结论[10]，骨量减少是否直接影响 ADC 值目前仍不明确。

有学者[6]认为，绝经后女性骨髓脂肪含量增加是由于月经停止后机体对造血骨髓的需求减少，富含脂肪的黄骨髓占据了以往被红骨髓填充的骨小梁间隙和骨质丢失留下的空间，脂肪组织阻碍细胞外水分子的扩散运动，导致 ADC 值降低。然而月经的失血量一般较少，其对骨髓 ADC 值的影响亦应有限。

3.3 年龄对骨盆骨髓 ADC 值的影响 本研究结果显示，随着年龄增长，女性骨盆骨髓 ADC 值降低，两者之间呈负相关，这与既往类似研究[9,11-13]结果一致。年龄增长后，健康女性骨盆内富含脂肪的黄骨髓成分逐渐增加，含水分较多的造血红骨髓相应减少，黄骨髓内脂肪的低弥散性导致 ADC 值逐渐降低[8]。ADC 值的变化不仅与骨髓细胞成分有关，还受到灌注因素的影响[3]。研究[14]报道，骨髓脂肪含量增加与血流减少有关，但对于二者发生的因果关系及时间顺序至今尚无定论。随着年龄增长，血管数量减少，小血管硬化，导致骨髓内血流减少[15]，脂肪细胞增多，骨小梁之间的微血管受到压迫，引起骨营养不良，进而骨量减少[2]，脂肪细胞进一步填充小梁间隙，导致弥散受限，ADC 值降低。骨盆骨髓 ADC 值随年龄发生的上述改变在未绝经女性中比较明显。

本研究中绝经女性的骨盆 ADC 值与年龄并无显著相关，且＞60 岁与≤60 岁的绝经女性骨盆 ADC 值差异无统计学意义（$P>0.05$）。推测其原因，可能是绝经后女性骨盆黄骨髓含量较多，ADC 值较低，且激素水平相对稳定，缺乏月经对造血红骨髓的刺激增生作用，红黄骨髓的转化缓慢，骨髓各成分中自由水含量相对稳定，因此其 ADC 值随年龄发生的变化并不显著。此外，本研究中绝经后女性年龄范围较窄，70 岁以上女性数量较少，也可能产生一定影响。

综上所述，成年女性骨盆骨髓 ADC 值随年龄增长而下降，这种趋势在未绝经女性中尤为显著。ADC 值可反映成年女性骨盆骨髓随年龄而发生变化的客观规律，对骨盆疾病的早期发现和治疗监测具有重要价值。但本研究样本量相对不足，且各年龄组人数分布相对不均，亦未考虑雌激素和骨密度对 ADC 值的影响，未来需要进行更大样本的多中心研究。

[参考文献]

[1] Suh CH, Yun SJ, Jin W, et al. ADC as a useful diagnostic tool for differentiating benign and malignant vertebral bone marrow lesions and compression fractures: A systematic review and meta-analysis. Eur Radiol, 2018,28(7):1-13.

[2] Justesen J, Stenderup K, Ebbesen EN, et al. Adipocyte tissue volume in bone marrow is increased with aging and in patients with osteoporosis. Biogerontology, 2001,2(3):165-171.

[3] Koyama H, Yoshihara H, Kotera M, et al. The quantitative diagnostic capability of routine MR imaging and diffusion-weighted imaging in osteoporosis patients. Clin Imaging, 2013,37(5):925-929.

[4] Herrmann J, Krstin N, Schoennagel BP, et al. Age-related distribution of vertebral bone-marrow diffusivity. Eur J Radiol, 2012,81(12):4046-4049.

[5] Jie H, Hao F, Na LX. Vertebral bone marrow diffusivity in healthy adults at 3T diffusion-weighted imaging. Acta

Radiologica, 2016, 57(10): 1238-1243.
[6] Griffith JF, Yeung DK, Ma HT, et al. Bone marrow fat content in the elderly: A reversal of sex difference seen in younger subjects. J Mag Reson Imaging, 2012, 36(1): 225-230.
[7] Nonomura Y, Yasumoto M, Yoshimura R, et al. Relationship between bone marrow cellularity and apparent diffusion coefficient. J Magn Reson Imaging, 2001, 13(5): 757-760.
[8] 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. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(6): 401-405.
[9] 何丽, 刘斋, 祁宇轩, 等. DWI 在骨质疏松症诊断中的应用价值. 实用放射学杂志, 2017, 33(3): 478-480.
[10] 何杰, 方浩, 李晓娜, 等. 腰椎 MR 扩散加权成像对骨质疏松的定量诊断价值. 临床放射学杂志, 2015, 34(5): 763-767.
[11] 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. 中国医学影像技术, 2007, 23(6): 793-796.
[12] Cui FZ, Cui JL, Wang SL, et al. Signal characteristics of normal adult bone marrow in whole-body diffusion-weighted imaging. Acta Radiol, 2016, 57(10): 1230-1237.
[13] 胡亮, 董越, 程凡容, 等. 健康成人骨盆骨髓扩散加权成像性别、年龄间差异及相关性研究. 临床放射学杂志, 2016, 35(11): 1725-1729.
[14] BiffarA, Dietrich O, Sourbron S, et al. Diffusion and perfusion imaging of bone marrow. Eur J Radiol, 2010, 76(3): 323-328.
[15] Chen WT, Shih TT, Chen RC, et al. Vertebral bone marrow perfusion evaluated with dynamic contrast-enhanced MR imaging: Significance of aging and sex. Radiology, 2001, 220(1): 213-218.

《中华介入放射学电子杂志》赠刊、征稿启事

《中华介入放射学电子杂志》(刊号:ISSN 2095-5782, CN 11-9339/R)创刊于 2013 年,由国家卫生计生委主管、中华医学会主办的介入医学专业学术期刊。是中华医学会放射学分会介入学组指定的官方学术刊物。总编辑为单鸿教授,常务总编辑为翟仁友教授,以光盘附纸质导读形式公开发行出版。杂志为季刊,每期 80 页左右,大 16 开本,铜版纸印刷,印刷精良,图片清晰。

本刊主要刊登神经介入、血管介入、肿瘤介入和非血管介入领域的临床及科研新进展,同时涵盖介入护理、介入学科管理及教学、医学影像等方面的研究成果。是广大介入放射工作者展示学术成果、临床经验和学习、交流的平台。

本刊运用丰富的文字、影视语言和全方位的多媒体技术,实现了图文并茂、视频与文本文件相结合。关于介入放射方面的专家论坛、基础与临床研究、短篇论著、个案和综述等,以及手术录像、讲课幻灯均可以投稿。

现我刊特举办免费赠刊活动,赠刊对象可以是科室、图书馆、个人等,免费索取!

请从本刊网站 http://zhjrfsxdzzz.paperopen.com“下载中心”处下载并填写“赠刊索取单”,填好后发至邮箱 zhjrfsx@163.com 即可,我刊收到后会及时回复!

邮编:300190 地址:天津市南开区金平路 10 号 2 楼 204 室

电话:022-87087067 邮箱:zhjrfsx@163.com

网址:www.zhjrfsxdzzz.paperopen.com