

核磁共振成像影像测量表观扩散系数、信号强度比值与骨质疏松腰椎疾病发生发展的关系

彭海洲¹, 张孜君¹, 赵文¹, 郑晓凤²

1. 北京航天总医院骨科, 北京 100076; 2. 北京航天总医院影像科, 北京 100076

【摘要】目的:探讨核磁共振成像(MRI)测量表观扩散系数(ADC)、信号强度比值(SIR)与骨质疏松腰椎疾病发生发展的相关性。**方法:**以2011年3月~2017年1月行腰椎骨密度检查的235例患者为研究对象,经双能X线吸收法(DXA)检查分为骨量减少组(52例)、骨质疏松组(85例)和骨量正常组(98例),所有受试者通过MRI扫描进行化学位移成像,测量L₂₋₄椎体的ADC值和SIR值,分析ADC、SIR与DXA所测骨密度(BMD)间的相关性。**结果:**骨质疏松组ADC值显著低于骨量减少组和骨量正常组,SIR值显著高于骨量减少组和骨量正常组,差异有统计学意义($P<0.05$);ADC值与BMD呈正相关($r=0.325, P=0.006$),SIR值与BMD呈负相关($r=-0.601, P=0.001$)。**结论:**通过MRI测量的ADC、SIR与BMD值相关性良好,二者能够对骨质疏松的椎体进行定量评价,很好地反映骨质疏松腰椎疾病的发生发展情况。

【关键词】腰椎;核磁共振成像;表观扩散系数;信号强度比值;骨质疏松

【中图分类号】R445.2

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)06-0689-04

Relationship between the MRI measurements of apparent diffusion coefficient and signal intensity ratio and the development of osteoporotic lumbar vertebrae

PENG Haizhou¹, ZHANG Zijun¹, ZHAO Wen¹, ZHENG Xiaofeng²

1. Department of Orthopedics, Beijing Aerospace Hospital, Beijing 100076, China; 2. Department of Radiology, Beijing Aerospace Hospital, Beijing 100076, China

Abstract: Objective To investigate the correlation between the apparent diffusion coefficient (ADC) and signal intensity ratio (SIR) measured by magnetic resonance imaging (MRI) and the occurrence and development of osteoporotic lumbar vertebrae. **Methods** A total of 235 patients receiving bone mineral density (BMD) scans from March 2011 to January 2017 were enrolled, and then divided into osteopenia group ($n=52$), osteoporosis group ($n=85$) and normal group ($n=98$) according to the results of dual-energy X-ray absorptiometry. The ADC and SIR of the L₂₋₄ vertebral body of all subjects were measured by MRI, and the correlation between the MRI measurements of ADC and SIR and the BMD measured by dual-energy X-ray absorptiometry were analyzed. **Results** Compared with those of osteopenia group and normal group, the ADC of osteoporosis group was significantly decreased, while the SIR was significantly increased, with statistical significance ($P<0.05$). ADC was positively correlated with BMD ($r=0.325, P=0.006$), and SIR was negatively correlated with BMD ($r=-0.601, P=0.001$). **Conclusion** The ADC and SIR measured by MRI have good correlations with BMD. Both ADC and SIR can be used to quantitatively evaluate osteoporotic vertebral body and reflect the occurrence and development of osteoporotic lumbar vertebrae.

Keywords: lumbar vertebrae; magnetic resonance imaging; apparent diffusion coefficient; signal intensity ratio; osteoporosis

前言

骨质疏松是一种常见的代谢性疾病,以单位体

积内骨组织量减少为特点^[1]。骨质疏松好发于老年人,由于年龄的增大,机体激素水平发生变化,使破骨细胞活动增加、成骨细胞功能减退,骨脆性增加。骨骼疼痛和易于骨折是骨质疏松的主要特征^[2]。随着我国老龄化的不断加剧,近年来骨质疏松发生率有逐年升高趋势,已经严重威胁着人类生命的健康^[3]。因此,采取及时有效的诊治,临床意义重大。常规的骨密度检测方法有双能X线吸收法(DXA)、

【收稿日期】2019-02-11

【基金项目】北京航天总医院科研基金

【作者简介】彭海洲,主任医师,研究方向:骨病创伤, E-mail: ddddssbd1-11@sina.com

超声和X线法等,它们可对骨密度进行直接测量,但存在辐射强、无法校正骨骼厚度等缺陷^[4]。随着影像学的不断发展,核磁共振成像(MRI)影像技术在骨质疏松检测上逐渐得到应用,信号强度比值(SIR)是反映脂肪含量的重要指标,近年来有研究显示骨质疏松患者骨髓内脂肪组织往往显著增加,提示研究脂肪组织含量变化以对骨质疏松进行评价可能存在一定价值^[5]。表观扩散系数(ADC)能够反映骨组织中水分子的布朗运动,检测其水平能够对骨质情况做进一步评价^[6]。鉴于此,本研究通过MRI测量ADC、SIR,分析二者与骨质疏松腰椎疾病发生发展的相关性。

1 资料与方法

1.1 基本资料

选取2011年3月~2017年1月在北京航天总医院行骨密度检查的235例腰椎疾病患者为研究对象,经DXA检查分为骨量正常组(98例)、骨量减少组(52例)和骨质疏松组(85例),3组性别构成、年龄比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,如表1所示。本研究经过本院伦理委员会批准。

表1 3组一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data in 3 groups

组别	<i>n</i>	性别(男/女)	年龄/岁
骨量正常组	98	42/56	54.0±9.6
骨量减少组	52	22/30	52.6±10.1
骨质疏松组	85	41/44	53.1±8.4
<i>F/χ²</i> 值	-	0.681	0.439
<i>P</i> 值	-	0.710	0.645

纳入标准:①所有患者经DXA扫描确诊;②年龄35~80岁;④所有患者或其家属自愿签署知情同意书。排除标准:①腰椎骨折患者;②合并甲状腺功能亢进或骨代谢相关疾病患者;③合并血液系统疾病、肝肾功能不全者;④服用影响骨代谢药物患者;⑤合并恶性肿瘤、近期手术史者。

1.2 方法

(1)腰椎DXA测量。采用R7000型超声骨密度仪(以色列毕美特有限公司)对所有受试者进行腰椎L₂₋₄骨密度(BMD)测量,所有操作均由同一具有相应资质的主治医师完成,并得出反映骨密度的*T*值。骨密度正常:*T*值在-1.0个标准差以上;骨量减少:*T*值在-1.0~-2.5个标准差之间;骨质疏松:*T*值小于-2.5

个标准差。

(2)MRI测量^[7]。采用Achieva 1.5 T磁共振成像仪(荷兰飞利浦公司)首先进行常规腰椎扫描,以排除椎体占位病变,包括矢状位T₁WI(TR/TE 400/8 ms)和T₂WI(TR/TE 2 740/100 ms);随后进行腰椎DWI扫描,采用自旋回波单次激发回波平面成像序列,TR、TE分别为5 500、100 ms,层厚和层间距分别为5和0 mm,视野(FOV)为16.0 cm×30.2 cm,扩散系数(*b*值)设置300 s/mm²。在ADC图(自动生成)上测量腰椎L₂₋₄的ADC值,每个椎体测量3次,取其平均值为最终结果。最后给予受试者双回波MRI检查,采用Dual-FFE加脂肪抑制扫描,矢状位T₁WI设置TR为150 ms,正相位和反相位TE分别为4.61、2.30 ms,层厚/层间距为3.2 mm/0 mm,FOV为48 cm×44 cm,翻转角90°,扫描15层,扫描时间39.1 s;轴位T₁WI设置TR为110 ms,TE为2.5 ms,层厚/层间距为10 mm/2 mm,FOV为48 cm×44 cm,翻转角80°,扫描时间20.2 s。

(3)图像分析。将收集到的数据上传至MR后处理工作站,解剖定位图选择轴位T₁WI压脂图像,获得正、反回波椎体信号强度图像。由两名具有相应资质的资深医师对图像进行评估,以矢状位L₂椎体中心位置为正中位,截取面积为100~105 mm²的圆形感兴趣区域,计算SIR:SIR=反回波信号强度/正回波信号强度。各椎体均测量3次,取平均值为最终结果。

1.3 统计学方法

采用SPSS 20.0统计软件进行数据分析,计量资料以均数±标准差表示,3组间比较采用方差分析,计数资料用例数(%)表示,采用 χ^2 检验,采用Spearman相关分析检测MRI影像测量的ADC、SIR值与DXA所测BMD的相关性, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3组ADC、SIR值和BMD比较

骨质疏松组和骨量减少组ADC值均显著低于骨量正常组,且骨质疏松组显著低于骨量减少组;骨质疏松组SIR值显著高于骨量减少组和骨量正常组,差异有统计学意义($P<0.05$);骨量正常组、骨量减少组和骨质疏松组BMD值逐渐减小,组间差异显著($P<0.05$),如表2所示。

2.2 ADC、SIR值和BMD相关性分析

Spearman相关性分析表明,ADC值与BMD呈正相关($r=0.325$, $P=0.006$),ADC值与*T*值呈正相关($r=0.342$, $P=0.002$);SIR值与BMD呈负相关($r=-0.601$, $P=0.000$),SIR值与*T*值呈负相关($r=-0.523$, $P=0.000$)。

表2 3组ADC、SIR和BMD比较($\bar{x} \pm s$)
Tab.2 Comparison of ADC, SIR and BMD in 3 groups (Mean \pm SD)

组别	n	ADC/ $10^{-3} \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$	SIR	BMD/ $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$
骨量正常组	98	0.461 \pm 0.125	0.382 \pm 0.101	163.1 \pm 25.6
骨量减少组	52	0.310 \pm 0.062	0.507 \pm 0.125	98.2 \pm 11.0
骨质疏松组	85	0.285 \pm 0.047	0.589 \pm 0.148	58.6 \pm 14.4
F值	-	86.725	63.894	675.991
P值	-	0.000	0.000	0.000

ADC:表观扩散系数;SIR:信号强度比值;BMD:骨密度

3 讨论

骨质疏松是一种以骨量下降、骨微结构发生恶化导致脆性增加的系统性疾病,原发性骨质疏松好发于老年人和绝经后女性^[8]。目前对于骨质疏松发生机制的研究尚无定论,早前认为是由于破骨细胞过度活化所致,现在更倾向于骨髓间充质干细胞分化成骨障碍,成骨与破骨的动态失衡导致^[9]。腰椎骨质疏松以腰痛为主要临床症状,严重者可导致骨质疏松椎体骨折,对人类生命健康和正常生活造成严重威胁。因此,对骨质疏松进行尽早诊断和及时治疗具有重要意义。尽管DXA仍是临床诊断骨质疏松及其程度的金标准^[10],但其具有辐射强、无法评价骨微细结构等缺点。近年来,随着核磁共振和影像学技术的发展^[11],高分辨率MRI、MRI弛豫等相继出现,但均难以用于骨质疏松的常规检查。因此,寻找一种简便、直观的定量指标评价骨微细结构以反映骨质疏松的发生发展进程,在临床上极具应用价值。

对于腰椎骨组织而言,ADC值是反映组织内水分子随机扩散程度即布朗运动的定量指标,能够说明骨质状况。正反相位成像即双回波成像,是一种基于脂水分离技术的新型成像方法,正反相位成像的基本原理为生物组织内水分子和脂肪组织间的频率差,该成像方法具有兼容性良好、分离迅速和可定量检测等特点^[12-13]。SIR为反相信号强度与正相信号强度比值,是目前正反相位成像反映组织脂肪含量的定量指标。骨质疏松的主要病理特点之一是骨髓脂肪大量沉积且出现变性,因此,测量腰椎SIR可能对骨质疏松的进展具有一定评价作用^[14-16]。综合以上背景,本研究通过MRI测量ADC、SIR值,分析二者与骨质疏松腰椎疾病发生发展的相关性,期望为骨质疏松的发生发展提供一种更为有效的诊断方法。

本研究结果显示,骨质疏松患者ADC值显著低

于正常人,SIR值显著高于健康人,提示ADC和SIR值与骨质疏松具有一定相关性。分析认为,骨质疏松患者骨髓脂肪发生变性,脂肪出现大量沉积,原来骨髓内其他水分多的组织发生缺血坏死,造成SIR值升高;同时由于增加的脂肪填充了扩大的骨缝隙,抑制细胞外水分子的扩散,而ADC值主要反映细胞外自由水分子的扩散运动,从而使ADC值减小^[17-18]。张灵艳等^[19]先前研究指出与骨量正常者相比,骨质疏松患者SIR值显著升高,这与本研究结果相似。此外,本研究结果显示,ADC、SIR值与DXA所测BMD、T值具有显著相关性,提示ADC、SIR值能够较好地反映骨髓BMD,二者水平能够辅助判断疾病进展情况。

综上所述,MRI测量的ADC、SIR值能够较好地反映机体BMD情况,对骨质疏松的椎体进行定量评价,较好地反映骨质疏松腰椎疾病的发生发展情况。MRI检测作为一种无创、快捷方法对骨质疏松具有重要的辅助诊断作用,值得在临床进一步应用。

【参考文献】

- [1] BLACK D M, ROSEN C J. Postmenopausal osteoporosis[J]. N Engl J Med, 2016, 374(3): 254-262.
- [2] KHOSLA S, SHANE E. A crisis in the treatment of osteoporosis[J]. J Bone Miner Res, 2016, 31(8): 1485-1487.
- [3] 贺丽英,孙蕴,要文娟,等. 2010-2016年中国老年人骨质疏松症患病率Meta分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2016, 22(12): 1590-1596.
HE L Y, SUN Y, YAO W J, et al. The prevalence rate of osteoporosis in the elderly in China between 2010 and 2016: a Meta-analysis of single rate[J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2016, 22(12): 1590-1596.
- [4] 周俊,唐昊,李咏雪. 各类骨密度检测设备的工作原理及实现技术比较分析[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(6): 81-83.
ZHOU J, TANG H, LI Y X. Comparative analysis of the working principle and implementation technology between various bone mineral density testing devices [J]. Chinese Journal of Medical Equipment, 2016, 31(6): 81-83.
- [5] 张晓东,赵文吉,陈焱君,等. 腹部脂肪及年龄对女性腰椎骨质密度影响协同作用分析[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(11): 843-846.
ZHANG X D, ZHAO W J, CHEN Y J, et al. Joint effect of abdominal fat and age upon lumbar vertebra bone mineral density in females[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2016, 24(11): 843-846.
- [6] 赵云超,程静,李杰,等. 成人腰椎不同部位表观弥散系数值的差异及与年龄的相关性[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(6): 707-710.
ZHAO Y C, CHENG J, LI J, et al. MR diffusion weighted imaging study of lumbar spine in healthy adults [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2017, 23(6): 707-710.
- [7] 郭宝英,朱巍,赵太茂. 原发性骨质疏松椎体压缩性骨折的X线、MRI影像诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(11): 124-126.
GUO B Y, ZHU W, ZHAO T M. Analysis of X-ray and MRI imaging features and differential diagnosis of primary osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2016, 14(11): 124-126.

- [8] 梁德, 唐永超, 江晓兵, 等. 骨质疏松性椎体骨折分期、分型及治疗研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(3): 276-278.
LIANG D, TANG Y C, JIANG X B, et al. Advancement of classification, stage and management of osteoporotic vertebral body fracture[J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(3): 276-278.
- [9] 秦集斌, 宋洁富, 薛旭红. 原发性骨质疏松症的病因学研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2016, 22(4): 511-514.
QIN J B, SONG J F, XUE X H. Research progress in the etiology of primary osteoporosis[J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2016, 22(4): 511-514.
- [10] KHATIB J, STOTE K, GOSMANOV A R. Utility of DXA screening for diagnosis of osteoporosis in US veterans aged 70 years and older [J]. Journal of Investigative Medicine, 2018, 66(2): 298-303.
- [11] CHANG G, BOONE S, MARTEL D, et al. MRI assessment of bone structure and microarchitecture[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 46(2): 323-337.
- [12] HEO Y C, CHO J H. Study of apparent diffusion coefficient changes according to spinal disease in MR diffusion-weighted image[J]. J Magn, 2017, 22(1): 146-149.
- [13] DENOIX E, VIRY F, OSTERTAG A, et al. What are the predictors of clinical success after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral fractures?[J]. Eur Radiol, 2018, 28(7): 2735-2742.
- [14] 马立恒, 孟俊非, 陈应明, 等. 影响短T₂成分MR三维超短回波时间双回波脉冲序列成像质量因素的探讨[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(4): 388-391.
MA L H, MENG Q F, CHEN Y M, et al. MR imaging of short T₂ components with three dimension ultrashort echo time double echo pulse sequence: investigation of factors affecting imaging quality[J]. Chinese Journal of Radiology, 2011, 45(4): 388-391.
- [15] 傅忠, 赖晓东. MRI中同反相位成像、表观扩散系数以及DWI序列在诊断椎体良性疾病中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(10): 121-123.
FU Z, LAI X D. The application value of in-phase and opposed-phase, apparent diffusion coefficient and diffusion-weighted imaging in diagnosis benign and malignant spinal lesion[J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2016, 14(10): 121-123.
- [16] 张灵艳, 李绍林, 郝帅, 等. 定量CT和双回波MRI评价骨质疏松[J]. 中国医学影像技术, 2015, 31(10): 1466-1469.
ZHANG L Y, LI S L, HAO S, et al. Quantitative computed tomography and in-phase and out-phase MRI in evaluation of osteoporosis[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2015, 31(10): 1466-1469.
- [17] 张恒, 黄刚, 毛泽庆, 等. 3.0 T磁共振腹部DWI序列定量评价腰椎骨质疏松的价值[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(6): 1083-1087.
ZHANG H, HUANG G, MAO Z Q, et al. Value of abdominal diffusion-weighted imaging at 3.0 T MR in quantitatively evaluating osteoporosis of lumbar vertebral[J]. Journal of Medical Imaging, 2016, 26(6): 1083-1087.
- [18] 张薇, 梁伟, 过哲, 等. MR弥散加权成像和化学位移成像对骨质疏松与转移瘤所致椎体压缩骨折的诊断价值[J]. 现代中西医结合杂志, 2017, 26(3): 325-327.
ZHANG W, LIANG W, GUO Z, et al. Diagnostic value of MR diffusion-weighted imaging and chemical shift imaging in vertebral compression fractures caused by osteoporosis and metastases [J]. Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2017, 26(3): 325-327.
- [19] 张灵艳, 李绍林, 刘振华, 等. 正反相位MRI成像在骨质疏松诊断中的价值[J]. 广东医学, 2015, 36(2): 238-240.
ZHANG L Y, LI S L, LIU Z H, et al. The value of positive and inverse phase MRI in the diagnosis of osteoporosis [J]. Guangdong Medical Journal, 2015, 36(2): 238-240.

(编辑:陈丽霞)