

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.17.012

[http://www.crter.org]

李贝贝, 任翠萍, 李莹, 石晓莹, 任仙. MRI DWI 序列显示健康志愿者骶髂关节成像的最佳 b 值[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(17):3124-3131.

MRI DWI序列显示健康志愿者骶髂关节成像的最佳b值*★

李贝贝¹, 任翠萍¹, 李莹¹, 石晓莹¹, 任仙²

1 郑州大学第一附属医院磁共振科, 河南省郑州市 450052

2 郑州大学, 河南省郑州市 450000

文章亮点:

1 众所周知, 影像学检出骶髂关节炎为强直性脊柱炎的诊断标准之一。该病起病隐匿、缓慢, 病程缠绵, 好发于青少年, 且早期检出较为困难。晚期脊柱发生强直, 病情将不能逆转, 故该病的早期检出及治疗至关重要。

2 试验以 10-20 岁(强直性脊柱炎常见发病年龄)青少年为研究对象, 通过分析其MRI DWI表现及测量不同b值下表观弥散系数值(选取b值 300, 600, 900 s/mm²), 进行分析, 结果显示b=600 s/mm²是MRI DWI序列显示骶髂关节的最适宜b值, 不仅能清晰显示双侧骶髂关节, 而且所测得关节旁骨髓的表观弥散系数值精确度较高), 旨在为骶髂关节病变提供正常对照, 为强直性脊柱炎的早期检出提供定性和定量指标。

关键词:

骨关节植入物; 骨与关节图像与影像; 10-20岁; 健康志愿者; 强直性脊柱炎; 骶髂关节; 磁共振成像; DWI; 表观弥散系数; b值; 对照研究; 省级基金

摘要

背景: MRI DWI 序列是一种简单易行、特异性较强、敏感度较高且能早期诊断活动性骶髂关节炎、监测其活动性的检查方法之一, 但 DWI 序列对骶髂关节显示的最佳 b 值尚无统一标准。

目的: 通过比较 10-20 岁健康志愿者骶髂关节 MRI 不同 b 值时 DWI 及表观弥散系数差异, 寻找 MRI DWI 序列显示骶髂关节的最佳 b 值。

方法: 随机选择 21 名 10-20 岁无骶髂关节疾病的健康志愿者作为研究对象, 行骶髂关节轴位T1WI、STIR及DWI扫描(b值为 0, 300, 600, 900 s/mm²), 观察不同b值对骶髂关节的显示情况, 对图像进行评价; 同时, 分别测量双侧骶髂关节的骶侧、髂侧关节旁骨髓的表观弥散系数, 对不同b值双侧骶髂关节旁骨髓表观弥散系数进行统计学分析。

结果与结论: 21 名健康志愿者 42 个骶髂关节在b值为 300, 600 s/mm²时, 图像显示清晰, 对比度好, 能清晰显示骶髂关节。b值为 900 s/mm²时, 图像伪影较大, 图像质量模糊, 对比度差, 无法完成表观弥散系数值的测量。b值为 600 s/mm²时, 双侧骶髂关节旁骨髓所测得的表观弥散系数值变化范围小, 而b值为 300 s/mm²时, 表观弥散系数值差异性较大。结果显示 600 s/mm²是MRI DWI序列显示骶髂关节的最适宜b值, 不仅能清晰显示双侧骶髂关节, 而且所测得关节旁骨髓的表观弥散系数值精确度较高。

Magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence shows the best b value of sacroiliac joint imaging of healthy volunteers

Li Bei-bei¹, Ren Cui-ping¹, Li Ying¹, Shi Xiao-ying¹, Ren Xian²

1 Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China

2 Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

李贝贝★, 女, 1988年生, 河南省周口市太康县人, 汉族, 郑州大学在读硕士, 主要从事骨骼肌肉系统MRI诊断的研究。
lixichunbaby@163.com

通讯作者: 任翠萍, 主任医师, 教授, 郑州大学第一附属医院磁共振科, 河南省郑州市 450052
rcp810@sohu.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 2095-4344
(2013)17-03124-08

收稿日期: 2012-10-15
修回日期: 2012-11-30
(20121015007/M·C)

Li Bei-bei★, Studying for master's degree, Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China
lixichunbaby@163.com

Corresponding author: Ren Cui-ping, Chief physician, Professor, Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China
rcp810@sohu.com

Supported by: Key Science and Technology Planning Program of Henan Province*

Received: 2012-10-15
Accepted: 2012-11-30

Abstract

BACKGROUND: Magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence is one of the inspection methods which is simple to operation, has strong specificity and high sensitive and can early diagnose the active sacroiliitis and monitoring the activities, but there is no standard of b values of sacroiliac joint displayed with diffusion weighted imaging sequence.

OBJECTIVE: To find the best b value displayed with magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence through comparing the difference of diffusion weighted imaging and apparent diffusion coefficient between the healthy volunteers aged 10–20 years old under different b values of sacroiliac joint.

METHODS: Twenty-one healthy volunteers without sacroiliac joint diseases, aged 10–20 years old were collected for research. All the health volunteers were taken MRI scan with several sequences (T1WI, STIR, DWI: $b=300\text{ s/mm}^2$, 600 s/mm^2 , 900 s/mm^2). The sacroiliac joint displayed under different b values was observed, and the images were evaluated. Meanwhile, the apparent diffusion coefficient of the sacral side and iliac side joint surrounding bone marrow of bilateral sacroiliac joint was measured, and the statistical analysis of apparent diffusion coefficient of sacroiliac joint surrounding bone marrow was performed under different b values.

RESULTS AND CONCLUSION: Clear images with high contrast ratio of 21 healthy volunteers (42 sacroiliac joints) could clearly show the sacroiliac joints when the b values were 300 s/mm^2 and 900 s/mm^2 . When the b value was 900 s/mm^2 , the images had larger image artifacts, fuzzy image quality and poor contrast ration that unable to complete the measurement of the apparent diffusion coefficient values. When the b value was 600 s/mm^2 , the change of apparent diffusion coefficient of sacroiliac joint surrounding bone marrow was small, while the b value was 300 s/mm^2 , the difference of apparent diffusion coefficient of sacroiliac joint was significant. The b value of 600 s/mm^2 is the best b value for magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence to display the sacroiliac joint which can clearly show the bilateral sacroiliac joint, and the apparent diffusion coefficient of bilateral sacroiliac joint surrounding bone marrow measured with the b value has higher accuracy.

Key Words: bone and joint implants; photographs and images of bone and joint; 10–20 years old; healthy volunteer; ankylosing spondylitis; sacroiliac joint; magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging; apparent diffusion coefficient; b value; comparative study; provincial grants-supported paper

Li BB, Ren CP, Li Y, Shi XY, Ren X. Magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence shows the best b value of sacroiliac joint imaging of healthy volunteers. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(17): 3124-3131.

0 引言

磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是目前惟一能活体检测组织内水分子布朗运动的影像学检查方法。水分子弥散运动的速率与状态反映微米数量级的运动变化, 与人体的细胞处于同一数量级, 故DWI使MRI对人体的研究深入到微观水平^[1]。

它通常以表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)作为其定量指标, 具有无创、敏感、安全、快速等特点。目前已成功应用于脑部病变的诊断及疗效评估, 但在体部的应用尚不够完善。MRI DWI序列是一种简单易行、特异性较强、敏感度较高且能早期诊断活动性骶髂关节炎、监测其活动性的检查方法之一, 但对于DWI序列对骶髂关节显示的最佳b值尚无统一标准。作者通过比较不同b值DWI序列对正常骶髂关节的显示情况, 以及不同b值所测得的骶髂关节旁骨髓表观弥散系数量化情况, 探寻DWI序列显示骶髂关节的最佳b值; 同时对所测得表观弥散系数值进行统计学分析, 为10–20岁青少年骶髂关节旁骨髓的表观弥散系数值制定参考值范围, 为骶髂关节病变提供正常对照。

1 对象和方法

设计: 观察性试验。

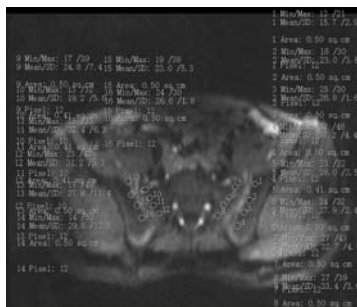
时间及地点: 于2012年7至8月在郑州大学第一附属医院磁共振科完成。

对象: 收集21名健康志愿者资料, 其中男16例, 女5例, 年龄10-20岁, 平均年龄(14.38±2.96)岁, 均无风湿病史, 无腰背部疼痛史, 无外周关节疼痛及骨髓相关疾病史, 且均无MRI检查禁忌证, 能较好的配合检查。

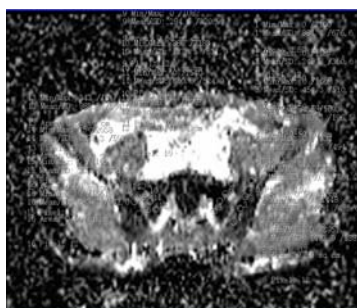
方法:

检查资料: 采用Siemens Trio Tim 3.0T超导型磁共振扫描仪。MRI常规扫描即T1WI、STIR, 其扫描序列: T1WI TR/TE: 450 ms、20 ms; STIR: TR/TE/TI: 3 370 ms、76 ms、180 ms; T1WI及STIR序列采用斜冠位扫描, 扫描角度与骶髂关节面平行。DWI扫描: TR/TE: 3 600 ms、85 ms, 层厚4 mm, 层距1 mm, 层数28层, 激励次数4次, 采用3组b值, 即0, 300 s/mm²; 0, 600 s/mm²; 0, 900 s/mm²进行DWI扫描并分别获取图像数据, 每组b值扫描时间各约70 s。

MRI图像后处理: 将所有DWI及表观弥散系数图像传送至工作站, 参考MRI常规扫描序列图像, 在DWI和表观弥散系数序列上通过手工勾画选取感兴趣区, 大小约50 mm², 每个骶髂关节旁骨髓选取16个感兴趣区, 即每个骶髂关节旁骶骨、髂骨各选取4个感兴趣区, 见图1, 2, 记录表观弥散系数值并分别取其平均值作为最终测量值。勾画感兴趣区时应尽量避免血管。



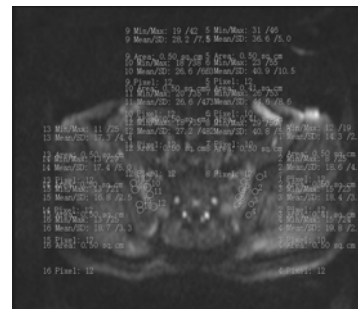
A: 显示双侧骶髂关节旁骨髓呈低信号, 关节软骨呈稍高信号, 双侧骶髂关节间隙呈高信号



B: 显示双侧骶髂关节旁骨髓信号为低信号, 关节间隙呈高信号, 关节软骨呈稍高信号

图1 b值为300 s/mm²时所得DWI及表观弥散系数图

Figure 1 Diffusion weighted imaging and apparent diffusion coefficient measured with the b value of 300 s/mm²



A: 显示双侧骶髂关节旁骨髓呈低信号, 关节软骨呈稍高信号, 双侧骶髂关节间隙呈高信号



B: 显示双侧骶髂关节旁骨髓信号为低信号, 关节间隙呈高信号, 关节软骨呈稍高信号

图2 b值为600 s/mm²时所得DWI及表观弥散系数图

Figure 2 Diffusion weighted imaging and apparent diffusion coefficient measured with the b value of 600 s/mm²

主要观察指标: 各骶髂关节旁骨髓表观弥散系数值。

统计学分析: 采用SPSS 17.0统计软件进行统计学分析。表观弥散系数值采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 置信区间取95%(95%CI)。不同b值所得表观弥散系数值间的差异采用配对设计两样本Wilcoxon符号秩和检验。

显著性水准采用 $\alpha=0.05$ (双侧), $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 图像质量评价 b值为300, 600 s/mm²时, 图像显示清晰, 对比度良好, 能清晰显示双侧骶髂关节, 能显示出“低信号-中等信号-低信号”的三层结构; 关节旁骨髓信号均匀, 呈稍低信号, 见图1, 2。

21例健康志愿者42个骶髂关节均显示良好, 且未见活动性及慢性结构性改变。b值为900 s/mm²时, 图像伪影较大, 无法完成测量, 见图3。

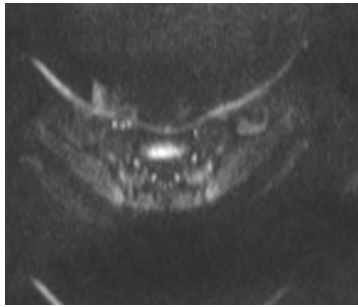


图3 b值为 900 s/mm²时所得DWI图, 图像伪影过大, 正常结构显示欠佳

Figure 3 The diffusion weighted imaging measured with the b value of 900 s/mm² has larger image artifacts and poor normal structure

2.2 不同b值健康志愿者骶髂关节旁骨髓表观弥散系数数值比较分析 见表1, 2。

表1 b值为 300, 600 s/mm²时所得表观弥散系数值

Table 1 Apparent diffusion coefficient values measured with the b value of 300 s/mm² and 600 s/mm² ($\times 10^{-6}$ mm²/s)

部位	右侧	
	b=300 s/mm ²	b=600 s/mm ²
髂侧($\bar{x}\pm s$)	614.4 \pm 188.2	510.2 \pm 138.3
95%CI	(528.8,700.1)	(447.3,573.2)
骶侧($\bar{x}\pm s$)	765.5 \pm 190.4	618.7 \pm 105.6
95%CI	(678.8,852.1)	(570.6,666.8)

部位	左侧	
	b=300 s/mm ²	b=600 s/mm ²
髂侧($\bar{x}\pm s$)	751.3 \pm 223.4	650.5 \pm 180.8
95%CI	(650.0,751.3)	(568.2,732.8)
骶侧($\bar{x}\pm s$)	771.8 \pm 224.5	639.6 \pm 118.2
95%CI	(669.6,874.0)	(585.7,693.4)

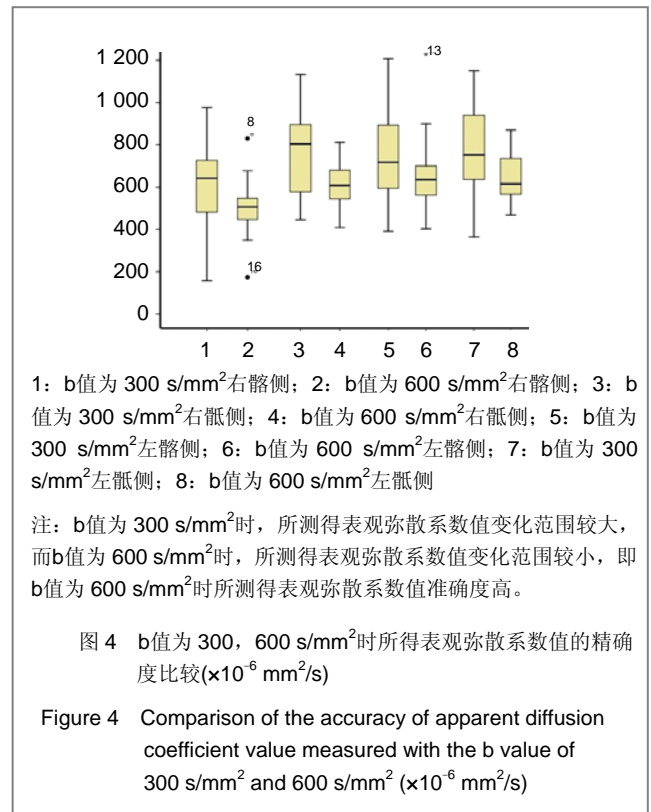
表2 不同 b 值扫描所得骶髂关节旁骨髓表观弥散系数数值进行统计学分析

Table 2 Statistical analysis of the apparent diffusion coefficient value of sacroiliac joint surrounding bone marrow scanned with different b values

部位	Z	P
右髂侧	-2.242	0.025
右骶侧	-2.589	0.010
左髂侧	-2.103	0.035
左骶侧	-1.999	0.046

由表1、2可知, 双侧骶髂关节旁骨髓在b值分别为 300, 600 s/mm²时, 所测表观弥散系数值差异均有显著性意义(P 值均 < 0.05), 且b=300 s/mm²时高于b=600 s/mm²时所得表观弥散系数值。

2.3 b值为300, 600 s/mm²时所得表观弥散系数值的精确度比较 见图4。



由图4可知, b值为300 s/mm²时, 所测得表观弥散系数数值变化范围较大, 而b值为600 s/mm²时, 所测得表观弥散系数数值变化范围较小, 即b值为600 s/mm²时所得得表观弥散系数数值准确度高。

3 讨论

Hahn于1950年首次描述了MR信号的弥散效应。弥散加权成像是研究水分子运动的一种影像学技术, 可以呈现人体的重要的生理功能过程^[2-3]。Tanner和Stejskal首次提出脉冲梯度的弥散加权序列, 可在多种序列上进行, 其中自旋回波序列、稳态自由进动序列(steady-state free precession sequences)、回波平面成像(echo-planar imaging)等应用较多。本次研究采用的DWI就是在自旋回波序列基础上实现, 其成像原理是在常规MRI自旋回波序列基础上, 在180°聚焦射频脉冲前

后各加上一个长度、位置和幅度一致且对称的梯度场(弥散梯度),当质子沿梯度场弥散运动时,其自旋频率将发生改变,在回波时间内相位分散不能完全重聚,进而引起信号下降。用相同的成像参数两次成像,分别使用或不用对弥散敏感的梯度脉冲,两次相减就得到做弥散运动的质子在梯度脉冲方向引起信号下降的成分^[4]。DWI的病理生理基础是细胞内、细胞外、细胞间水分子的运动,除此还包括微灌注、跨膜运动等,但主要是以细胞外水分子的运动为主,且不同的组织弥散系数不同。其成像取决于不同组织之间水分子自由运动状态的差异性,不需要注射对比剂即可迅速成像,且可以利用表观弥散系数值对组织中水分子弥散速度的快慢进行量化描述,即DWI采用表观弥散系数值作为反映组织的结构特点及病理生理状态下各组织之间水分子交换功能的量化指标。DWI在中枢神经系统的应用已经得到了广泛的认可^[5-9],目前,也有人将其应用于其他疾病的诊断,如腹部脏器、肌肉系统等^[10-16]。但在髌髌关节的应用不多,尚处在起步阶段,但其应用价值已越来越受到重视,成为国内外研究的热点。

3.1 不同b值对DWI图像的影响 弥散加权程度用b值表示,即DWI的弥散敏感系数,是检测水分子自由弥散敏感性的指标,由梯度脉冲的强度和持续时间决定,单位是 s/mm^2 。不同b值对DWI的影响很大,b值越大,弥散权重越大,产生的梯度场强越强,DWI图像对病灶的弥散运动更加敏感,病灶的异常信号显示明确,但同时也增加了信号的衰减,图像容易变形、模糊,所得DWI图像信号噪声比(signal to noise ratio, SNR)越低;反之,随着b值的减低,图像越接近于T2WI,所得DWI图像SNR越高,但对弥散运动的敏感度降低,不利于微小病灶的检出。因此,DWI扫描时需选取适宜b值兼顾病灶的检出率及图像的信号噪声比。目前,髌髌关节DWI扫描的最佳b值尚无定论,Gaspersic等^[17]采用b值为 $400 \text{ s}/\text{mm}^2$ 的DWI序列对髌髌关节进行扫描,Bozgeyik等^[18]选取b值100, 600, $1\ 000 \text{ s}/\text{mm}^2$ 对髌髌关节进行检查。丁庆国等^[19]选取b值 $600 \text{ s}/\text{mm}^2$ 为髌髌关节进行DWI扫描。本研究对髌髌关节行不同b值的DWI扫描,结果显示b值为300, $600 \text{ s}/\text{mm}^2$ 时均能清晰显示髌髌关节及关节旁结构,而b值为 $900 \text{ s}/\text{mm}^2$ 时图像不能清晰显示正常组织结构的结论。

3.2 不同b值对所测得表观弥散系数值的影响 DWI通过测量感兴趣区的表观弥散系数值描述局部组织的

分子弥散及微循环灌注状况^[20],表观弥散系数值是客观数值,可以对其进行定量分析。其计算公式为表观弥散系数 $=\ln(\text{SI}_{\text{低}}/\text{SI}_{\text{高}})/(\text{b}_{\text{高}}-\text{b}_{\text{低}})$ 。其中 $\text{SI}_{\text{低}}$ 、 $\text{SI}_{\text{高}}$ 分别表示 $\text{b}_{\text{低}}$ 、 $\text{b}_{\text{高}}$ 时DWI图像上的信号强度,ln为自然对数^[21]。表观弥散系数值不仅由真实弥散系数组成,还受其他因素的影响,如灌注效应和运动伪影,其中真实弥散系数起主导作用。扫描选取的b值越大,灌注效应对表观弥散系数值的影响越小,反之亦然。因此,原则上来说,选取的b值越大,所测得表观弥散系数值越接近于真实弥散系数。b值为 $300 \text{ s}/\text{mm}^2$ 时,表观弥散系数值受微循环血流灌注的影响较大,所得表观弥散系数值变化范围大,即精准度较差。b值为 $600 \text{ s}/\text{mm}^2$ 时,表观弥散系数值能更多的反映水分子的弥散效应,所得表观弥散系数值变化范围较小,精准度较 $300 \text{ s}/\text{mm}^2$ 高,其差异均具有显著性意义(P 值均 < 0.05)。当b值为 $900 \text{ s}/\text{mm}^2$ 时,由于图像质量及SNR下降,无法完成表观弥散系数值的测量。故认为 $600 \text{ s}/\text{mm}^2$ 为显示髌髌关节的最佳b值。

3.3 志愿者的选择 强直性脊柱炎是脊柱关节病的原型,也是SpAs最常见的一种^[22]。髌髌关节受累是脊柱关节病主要和特征性病变,同时也是判断病变程度及临床疗效评估的重要依据,并被认为是强直性脊柱炎最早期的病变,MRI对该病的显示有独特优势,对于疾病的诊断与分级具有重要意义^[23-24]。不管是1961年的罗马标准,1966年的纽约标准,还是最常用的1984年纽约修订诊断标准均将影像学检出髌髌关节炎纳入诊断标准之一^[25]。

强直性脊柱炎是一种以侵犯髌髌关节和脊柱关节为主的结缔组织慢性炎症性疾病。其病因不明,一般认为强直性脊柱炎在遗传与环境因子共同作用下,通过维持或激发一种不正常免疫应答而发病^[26],有人认为强直性脊柱炎与HLA-B27有很强相关性,这在所有已知强直性脊柱炎与疾病的关联中是最强的,具有典型意义^[27]。在中国的发病率为 $0.3\%-0.5\%$ ^[28]。起病时最早受累关节为髌髌关节,并且随着疾病发展,几乎所有强直性脊柱炎患者的髌髌关节都会受到影响^[29]。该病起病隐匿、缓慢,病程缠绵,好发于青少年^[30],有人认为8岁以前及30岁以后发病者少见^[31],男性明显多于女性,发病比例约为5:1,且早期检出较为困难,研究认为从出现不明原因的腰背部疼痛至明确诊断常需数年时间。晚期脊柱发生强直,病情将不能逆转^[32-33]。故该病的早期诊断、早期治疗能明显提高患者的生存质量,是改善预后的关键^[34-35]。本文以10-20岁青少年为研究对象,通

过分析其MRI DWI表现及测量不同b值下表现弥散系数值,旨在为骶髂关节病变提供正常对照,为强直性脊柱炎的早期检出提供定性和定量指标。

3.4 骶髂关节的MRI DWI表现 骶髂关节位于骨盆后壁髂骨与骶骨间,由骶骨的耳状面和髂骨的耳状面所构成,耳状面与矢状面的夹角约 30° 。骶骨的耳状面约位于骶骨上面3节的外侧部分,骶髂关节的耳状面形态特殊,前宽后窄,关节表面凹凸不平,呈齿轮状相互咬合,紧密靠拢,这种凹凸不平是正常的生理表现^[36];两骨耳状关节面附着一薄层软骨,关节间隙为极细缝隙,可有极少量滑液。其前下1/3-1/2为滑膜部,余后上份为骶髂间韧带部。髂侧滑膜部关节软骨主要成分为纤维软骨,一般较薄,常不足1 mm,骶侧滑膜部关节软骨主要成分为透明软骨,一般较厚,为2-4 mm^[37]。一般而言,骶髂关节炎从中下部(即滑膜部)侵犯关节,韧带部很少受侵^[38-39],表现为关节间隙模糊、关节面毛糙并硬化、关节面下骨侵蚀破坏等,最后导致关节间隙消失,形成骨性融合,发生骨性强直^[40]。

正常人骶髂关节的MRI表现为“低信号-中等信号-低信号”的三层平行状结构,两侧低信号为骶骨、髂骨骨皮质,中间的中等信号为关节软骨,各层线状信号连续,粗细均匀,见图5。

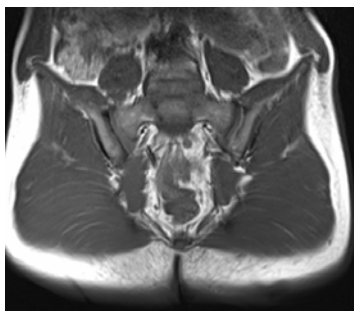


图5 斜冠位 T1WI 扫描所得图像,可清晰显示“低信号-中等信号-低信号”的三层平行结构

Figure 5 Oblique coronal T1WI scanned image clearly shows the three-layer parallel structure of low signal-middle signal-low signal

正常人骶髂关节内可见斑片状脂肪沉积信号,易引起歧义。但此时脂肪沉积为对称性分布,且远离关节面,同时不伴有骨质硬化及骨髓水肿等。而骶髂关节病变引起的脂肪沉积为慢性炎症性骨侵蚀所致继发性改变,发生于邻近骨侵蚀部位。本次试验中有1例可见对称分布

小点状脂肪沉积,无骨质硬化及骨髓水肿征象。本次试验中b值为300, 600 s/mm^2 时,在DWI图像上骶髂关节旁骨髓显示清晰,呈均匀稍低信号,表现弥散系数图中骶髂关节旁骨髓呈低信号。

强直性脊柱炎骶髂关节炎的MRI异常与其病理学变化是密切相关的,其病理变化包括:骨髓炎和血管翳的形成,软骨下骨板的侵蚀、中断、坏死和硬化,软骨变性和(或)破坏,滑膜炎^[41-42],其中骶髂关节炎及关节旁骨髓炎被认为是疾病早期的主要信号特点,MRI表现以骨髓水肿为主。弥散加权成像是以分子的弥散运动为监测对象,通过探测和显示组织的分子运动而显示其微观结构的变化。针对其病理特点,采用DWI成像能增加病灶的检出。目前将传统MRI检查与MRI新技术(如:DWI及MRI增强扫描)相结合已成为一种发展趋势。Gaspersic等^[17]采用MRI动态增强扫描及DWI评价药物对强直性脊柱炎的疗效,Bozgeyik等^[18]探讨MRI DWI序列对早期强直性脊柱炎的诊断效能。但目前MRI DWI显示骶髂关节的最佳b值尚未达成共识,本研究认为b值为600 s/mm^2 时既能保证图像质量,又能相对准确的描述关节旁骨髓的表现弥散系数值,为骶髂关节病变提供正常对照。

致谢: 研究在郑州大学第一附属医院磁共振科完成,得到了程敬亮教授、任翠萍教授、张勇博士等帮助,杨子涛老师、车英玉老师承担了实验大量前期工作,对他们谨致谢意。

基金资助: 河南省科技攻关计划项目,课题名称:磁共振技术对早期强直性脊柱炎早期骶髂关节炎诊断的研究。

作者贡献: 实验设计为任翠萍,实验实施为李贝贝、李莹,实验评估为任翠萍、李贝贝,资料收集为李贝贝、石晓莹。李贝贝成文,任翠萍审校,任翠萍、李贝贝对文章负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求: 参与研究的个体同意将其诊疗信息用于科学研究,获医院伦理委员会批准。

作者声明: 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

4 参考文献

- [1] Zhang YT, Yu ZX. Beijing: People's Medical Publishing House. 2010:126.
张云亭,于兹喜.医学影像检查技术学[M].北京:人民卫生出版社,2010:126.

- [2] Zhang CY, Rong R, Wang XY. Age-related changes of bone marrow of normal adult man on diffusion weighted imaging. *Chin Med Sci J*. 2008;23(3):162-165.
- [3] Kwee TC, Takahara T, Ochiai R, et al. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol*. 2009; 70(3):409-417.
- [4] Bammer R. Basic principles of diffusion-weighted imaging. *Eur J Radiol*. 2003;45(3):169-184.
- [5] Zhong JY, Guo ZF, Wang DH, et al. Shiyong Yiyuan Linchuang Zazhi. 2012;9(5):129-131.
钟建勇, 郭贞芳, 王大涛, 等. 急性脑梗死122例的低场强磁共振弥散加权成像特征分析[J]. 实用医院临床杂志, 2012, 9(5): 129-131.
- [6] Fan Y, Li YC, Liu GR, et al. *Zhonghua Shenjingke Zazhi*. 2012; 45(12):879-882.
樊宇, 李月春, 刘国荣, 等. 弥散加权成像对短暂性脑缺血发作患者临床转归的诊断价值[J]. 中华神经科杂志, 2012, 45(12): 879-882.
- [7] Fen XG, Zhang JH, Yang J, et al. *Zhonghua Xingwei Yixue yu Naokexue Zazhi*. 2012;21(3):255-257.
冯勋刚, 张俊湖, 杨君, 等. 急性期脑梗死患者弥散加权成像皮质层状坏死表现的临床意义[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2012, 21(3):255-257.
- [8] Chen QF, Zhang J. *Zhongguo Shiyong Yiyao*. 2012;7(29):82.
陈庆丰, 张杰. 低场磁共振弥散加权成像(DWI)对超急性期脑梗死的诊断价值[J]. 中国实用医药, 2012, 7(29):82.
- [9] Wang Y, Zhang H, Song P, et al. *Zhonghua Laonian Xinnao Xueguanbing Zazhi*. 2012;14(6):639-643.
王勇, 张晖, 宋鹏, 等. 应用高场强磁共振弥散加权成像评价神经生长因子治疗犬脑梗死疗效的研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2012, 14(6):639-643.
- [10] Xu S, Zhou SQ, Sen SG. *Zhonghua Linchuang Yishi Zazhi: Diziban*. 2012;6(7):128-129.
徐钊, 周四清, 温生贵. 磁共振弥散加权成像对胰腺囊性病变的鉴别诊断价值[J]. 中华临床医师杂志: 电子版, 2012, 6(7): 128-129.
- [11] Zhang H, Qin DJ, Jiang XY, et al. *Zhonghua Linchuang Yishi Zazhi: Diziban*. 2012;6(6):1473-1476.
张虎, 秦东京, 姜兴岳, 等. 磁共振弥散加权成像对肝脏常见占位性病变诊断应用价值的研究[J]. 中华临床医师杂志: 电子版, 2012, 6(6):1473-1476.
- [12] Fan XJ, Pan WD, Qin MW. *Zhongguo Yixue Kexueyuan Xuebao*. 2012;34(5):534-538.
范小晶, 潘卫东, 秦明伟. 弥散加权成像在直肠癌诊断中的应用价值[J]. 中国医学科学院学报, 2012, 34(5):534-538.
- [13] Wang J, Yao XZ, Rao SX, et al. *Yixue Yingxiangxue Zazhi*. 2012;22(1):91-93.
王健, 姚秀忠, 饶圣祥, 等. 3.0T磁共振弥散加权成像在胰腺癌中的应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(1):91-93.
- [14] Qi J. *Shiyong Fangshexue Zazhi*. 2009;25(2):224-227.
齐静. 肌炎的弥散加权成像的定量分析: 骨骼肌弥散各向异性初步研究[J]. 实用放射学杂志, 2009, 25(2):224-227.
- [15] Dietrich O, Raya JG, Sommer J, et al. A comparative evaluation of a RARE-based single-shot pulse sequence for diffusion-weighted MRI of musculoskeletal soft-tissue tumors. *Eur Radiol*. 2005;15(4):772-783.
- [16] Chan JH, Tsui EY, Luk SH, et al. MR diffusion-weighted imaging of kidney: differentiation between hydronephrosis and pyonephrosis. *Clin Imaging*. 2001;25(2):110-113.
- [17] Gaspersic N, Sersa I, Jevtic V, et al. Monitoring ankylosing spondylitis therapy by dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol*. 2008;37(2):123-131.
- [18] Bozgeyik Z, Ozgocmen S, Kocakoc E. Role of diffusion-weighted MRI in the detection of early active sacroiliitis. *AJR Am J Roentgenol*. 2008;191(4):980-986.
- [19] Ding QG, Jia CH, Lu YM, et al. *Linchuang Fangshexue Zazhi*. 2012; 31(5):693-696.
丁庆国, 贾传海, 陆永明, 等. MRI联合DWI在强直性脊柱炎诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2012, 31(5):693-696.
- [20] Bulakbasi N, Guvenc I, Onguru O, et al. The added value of the apparent diffusion coefficient calculation to magnetic resonance imaging in the differentiation and grading of malignant brain tumors. *J Comput Assist Tomogr*. 2004;28(6):735-746.
- [21] van Rijswijk CS, Kunz P, Hogendoorn PC, et al. Diffusion-weighted MRI in the characterization of soft-tissue tumors. *J Magn Reson Imaging*. 2002;15(3):302-307.
- [22] Deng SH, Liu Y. *Yingxiang Zhenduan yu Jieru Fangshexue*. 2007; 16(3):141-144.
邓世华, 刘源. MRI诊断强直性脊柱炎中轴骨关节病变的展望[J]. 影像诊断与介入放射学, 2007, 16(3):141-144.
- [23] Sheng HQ, Zhao B, Geng L. *Linchuang Fangshexue Zazhi*. 2008; 27(8):1091-1094.
盛华强, 赵斌, 耿丽. 强直性脊柱炎的骶髂关节病变: MRI与螺旋CT对照研究[J]. 临床放射学杂志, 2008, 27(8):1091-1094.
- [24] Guo HL, Shui GH, Kong FG. *Shiyong Fangshexue Zazhi*. 2007; 23(11):1493-1496.
郭会利, 水根会, 孔凡国. 影像学对强直性脊柱炎骶髂关节病变的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(11):1493-1496.
- [25] Goie The HS, Steven MM, van der Linden SM, et al. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis: a comparison of the Rome, New York and modified New York criteria in patients with a positive clinical history screening test for ankylosing spondylitis. *Br J Rheumatol*. 1985;24(3):242-249.
- [26] Jin HH, Cheng RQ, Wang HM. *Shiyong Fangshexue Zazhi*. 2010; 26(8):1166-1168, 1180.
金红花, 程若勤, 王化敏. 强直性脊柱炎的MRI分析[J]. 实用放射学杂志, 2010, 26(8):1166-1168, 1180.
- [27] Cui LF, Song HC, Li HF, et al. *Zhonghua Fengshibingxue Zazhi*. 2003; 7(1):55-56.
崔刘福, 宋海澄, 李宏芬, 等. HLA-B27等位基因与强直性脊柱炎的相关性研究[J]. 中华风湿病学杂志, 2003, 7(1):55-56.
- [28] Sheng CY, Han MJ. *Fangshexue Shijian*. 2007; 22(12): 1344-1346.
盛翠云, 韩铭钧. 强直性脊柱炎的影像诊断研究进展[J]. 放射学实践, 2007, 22(12):1344-1346.
- [29] Huang ZG, Zhang XZ, Hong W, et al. *Linchuang Fangshexue Zazhi*. 2011; 30(12):1797-1801.
黄振国, 张雪哲, 洪闻, 等. 脊柱关节病脊柱的MRI表现[J]. 临床放射学杂志, 2011, 30(12):1797-1801.
- [30] Xiao ZY, Zeng QY. *Zhonghua Fengshibingxue Zazhi*. 2004; 8(8):479-481.
肖征宇, 曾庆余. 儿童型强直性脊柱炎的早期诊断—24例前瞻性分析[J]. 中华风湿病学杂志, 2004, 8(8):479-481.
- [31] Fei WY, Wang H, Wang JC. *Shiyong Fangshexue Zazhi*. 2007; 23(11):1558-1561.
费文勇, 王骅, 王静成. 强直性脊柱炎影像学早期诊断研究进展[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(11):1558-1561.

- [32] Bennett AN, McGonagle D, O'Connor P, et al. Severity of baseline magnetic resonance imaging-evident sacroiliitis and HLA-B27 status in early inflammatory back pain predict radiographically evident ankylosing spondylitis at eight years. *Arthritis Rheum.* 2008;58(11):3413-3418.
- [33] Huang ZG,Zhang XZ,Hong W,et al. *Zhonghua Fangshexue Zazhi.* 2011; 45(11):1040-1044.
黄振国,张雪哲,洪闻,等.早期强直性脊柱炎骶髂关节病变的X线、CT和MRI对比研究[J].*中华放射学杂志*, 2011, 45(11): 1040-1044.
- [34] Vander Cruyssen B, Muñoz-Gomariz E, Font P, et al. Hip involvement in ankylosing spondylitis: epidemiology and risk factors associated with hip replacement surgery. *Rheumatology (Oxford).* 2010;49(1):73-81.
- [35] Baraliakos X, Braun J. Hip involvement in ankylosing spondylitis: what is the verdict. *Rheumatology (Oxford).* 2010; 49(1):3-4.
- [36] Qian QR,Jia LS,Gao JX. *Linchuang Guke Zazhi.* 2002; 5(1): 1-5.
钱齐荣,贾连顺,高建新.骶髂关节面形态的测量及其生物力学意义[J].*临床骨科杂志*, 2002, 5(1):1-5.
- [37] Zhang YQ,Liu W,Fu XY,et al. *Zhongguo Linchuang Jiepouxue Zazhi.* 2009; 27(1):73-75.
张英琦,刘伟,付小勇,等.骶髂关节的放射解剖学观测[J].*中国临床解剖学杂志*, 2009, 27(1):73-75.
- [38] Liu BM,Wang SM,Cui JL,et al. *Linchuang Fangshexue Zazhi.* 2008; 27(12):1786-1789.
刘丙木,王淑梅,崔建岭,等.10~20岁健康志愿者骶髂关节软骨MRI序列对照研究[J].*临床放射学杂志*, 2008, 27(12):1786-1789.
- [39] Puhakka KB, Jurik AG, Schiottz-Christensen B, et al. Magnetic resonance imaging of sacroiliitis in early seronegative spondylarthropathy. Abnormalities correlated to clinical and laboratory findings. *Rheumatology (Oxford).* 2004;43(2):234-237.
- [40] Zhang XZ. *Zhonghua Fangshexue Zazhi.* 2007; 41(12): 1425-1426.
张雪哲. 强直性脊柱炎[J]. *中华放射学杂志*, 2007, 41(12): 1425-1426.
- [41] Wang QW,Zeng QY,Xiao ZY,et al. *Zhonghua Neike Zazhi.* 2004; 43(11):832-836.
王庆文,曾庆余,肖征宇,等.脊柱关节病患者骶髂关节细针活检的病理表现及其临床意义[J].*中华内科杂志*, 2004, 43(11):832-836.
- [42] Maksymowych WP, Inman RD, Salonen D,et al. Spondyloarthritis research Consortium of Canada magnetic resonance imaging index for assessment of sacroiliac joint inflammation in ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheum.* 2005;53(5):703-709.