

ADC 值评估腰椎间盘退变程度的研究

李丽, 周治国, 王敏, 胡雪梅, 李锋

【摘要】 目的:探讨腰椎间盘表观扩散系数(ADC)测定评估退变程度,评价 MR-DWI 技术在腰椎间盘退变中的诊断价值。**方法:**对 46 例腰椎退行性病变患者及 39 例健康志愿者行 MRI 检查,获取各个椎间盘的修正 Pfirrmann 分级(共 8 级)及 ADC 值,分析两者的关系。同时将修正 Pfirrmann 分级分为正常(1~2 级)、轻度退变(3~4 级)、重度退变(5~8 级)三组,分析 ADC 值与腰椎间盘退变程度的关系。**结果:**1 级、2 级椎间盘与其它各级椎间盘平均 ADC 值比较,差异均有高度统计学意义($P<0.01$);3 级椎间盘与 4、5、6、7 级椎间盘平均 ADC 值比较差异亦有统计学意义($P<0.05$);4~8 级椎间盘之间平均 ADC 值两两比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。正常椎间盘、轻度及重度退变椎间盘平均 ADC 值比较,差异有高度统计学意义($P<0.01$)。正常和退变椎间盘的平均 ADC 值均与椎间盘部位有关。**结论:**ADC 值可以较好地反映早期髓核退变程度,适用于早期椎间盘退变的追踪随访与观察。

【关键词】 椎间盘退行性病变; 腰椎; 椎间盘病变; 扩散加权成像; 表观扩散系数

【中图分类号】 R445.2; R681.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)12-1279-04

Measurement of apparent diffusion coefficient for evaluation of degree of lumbar intervertebral disc degeneration LI Li, ZHOU Zhi-guo, WANG Min, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the correlation of the apparent diffusion coefficient with the degree of degenerated lumbar intervertebral discs and assess the value of diffusion weighted imaging in the diagnosis of degenerated lumbar intervertebral discs. **Methods:** Conventional MRI sequence combined with diffusion weighted imaging of lumbar spine was performed in 46 patients and 39 volunteers. ADC values and the grade of modified Pfirrmann grading system of each disc were measured ($L_{1-2} - L_5 - S_1$). The relationship between the mean ADC values and grades was analyzed. Lumbar discs were also graded into 3 groups (normal, mild degeneration, severe degeneration), the relationship among the mean ADC values of the 3 groups was analyzed. **Results:** There was significant difference between the mean ADC values of Grade 1~2 and other grades. The mean ADC values of Grade 3 and Grades 4~7 showed significant differences. The mean ADC values of Grade 4~7 and Grades 8 also showed significant differences. The mean ADC values among the 3 groups (normal, mild degeneration, severe degeneration) also showed significant differences. **Conclusion:** The ADC values of lumbar intervertebral discs can reflect the degree of early degeneration of the nucleus pulposus, which is suitable for the follow-up of early degeneration of lumbar discs. The mean ADC values of the normal and degenerative discs were associated with different anatomic levels.

【Key words】 Degeneration, intervertebral discs; Lumbar; Intervertebral diseases; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient

随着人们的的生活方式及工作方式的改变,“腰痛”给人们的生活工作带来了极大的困扰。而腰椎间盘退变是引起腰痛的重要原因之一。如何正确评估腰椎间盘退变程度将关系到临床的早期诊断、治疗、预后估计及治疗后疗效评价。本研究利用扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)技术中的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)及修正的 Pfirrmann 分级对腰椎间盘退变进行相关性研究,旨在评估 MR-DWI 技术在腰椎间盘退变中的诊断价值。

材料与方法

1. 临床资料

在本院经临床诊断为腰椎退行性病变的患者 46 例,男 26 例,女 21 例,年龄 25~66 岁,平均 45 岁。临床表现以腰疼为主,35 例伴有下肢麻木和放射痛,症状持续时间多在 2 周~10 年。征集健康志愿者 39 例,男 22 例,女 17 例,年龄 12~37 岁,平均 28 岁;均无慢性腰背部疼痛史及手术外伤史。患者及志愿者均排除其它全身性疾病。

2. 成像技术

使用 GE 1.5T Signa CV/i 超导 MR 机,4 通道相控阵脊柱线圈。常规行脊柱矢状面 SE 序列 T_1WI ($TR400ms$, $TE10ms$) 和 T_2WI ($TR3000ms$, TE

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科(李丽、王敏、胡雪梅),骨科(李锋); 430015 武汉,武汉市妇女儿童保健中心骨科(周治国)

作者简介: 李丽(1985-),女,湖北黄石人,硕士,住院医师,主要从事医学影像学诊断工作。

通讯作者: 李锋, E-mail: lifeng6311@yahoo.com.cn

102 ms),以及平行于椎间盘平面的横轴面 T₂WI(TR 3000 ms,TE 120 ms)扫描。再采用 SE 序列平面回波成像技术行多次激发 DWI 扫描,扫描参数:矢状面扫描,全部使用自动匀场和抑脂技术,扫描层数 5 层,矩阵 128×128,视野 36 cm×36 cm,采集次数 6 次,TR 3000 ms,TE 65 ms,层厚 5 mm,层距 1 mm,成像时间约 72 s。同时在层面选择、相位编码和频率编码三个方向上施加扩散敏感梯度,b 值设为 600 s/mm²。在椎体前方设置预饱和带,饱和带宽 30 cm。

3. 图像分析

由 2 位有经验的放射科医师在 T₂WI 矢状面图像上(图 1a)观察并确定各个椎间盘的修正 Pfirrmann 分级(表 1)^[1]。

表 1 Pfirrmann 分级系统

级别	髓核及内层纤维环的信号	内、外层纤维环的分界	椎间盘高度
1	正常高信号,与 CSF 相近	清晰	正常
2	高信号(> 骶骨前脂肪,<CSF)	清晰	正常
3	高信号(< 骶骨前脂肪)	清晰	正常
4	中等高信号(> 外层纤维环)	不清晰	正常
5	低信号(= 外层纤维环)	不清晰	正常
6	低信号	不清晰	减少 30% 以下
7	低信号	不清晰	减少 30%~60%
8	低信号	不清晰	减少 60% 以上

注:1、2、3 级以髓核及内层纤维环的信号为基准;4 级:椎间盘后方

的内外纤维环分界不清;5 级:椎间盘低信号,但是椎间盘高度无丢失;6、7、8 级则主要是椎间盘高度的丢失。极少见的是虽然椎间盘塌陷明显,但髓核及内层纤维环的高信号仍出现,如椎间盘的信号为 4 级、但是塌陷分级为 7 级。

Pfirrmann 分级为 1~2 级被认定为正常,3~4 级为轻度退变,5 级及 5 级以上为重度退变。ADC 值的测量在 DWI 图像上进行,选择信号分布均匀的椎间盘中央、扫描中心层面,避开脑脊液和伪影的影响,感兴趣区(region of interest,ROI)大小 50~70 mm²(图 1b),在 ADC 图中直接测量计算每个椎间盘(L_{1~2}至 L₅~S₁)的平均 ADC 值(图 1c)。

4. 统计学分析

将数据利用 SPSS 12.0 软件包进行统计学分析。将分级为 1~8 级的椎间盘 ADC 值分别进行 t 检验及单因素方差分析。并且将正常、轻度退变、重度退变椎间盘的 ADC 值分别进行 t 检验及单因素方差分析。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

85 例受试者均成功行 DWI 检查和 ADC 值测量,总计测量 425 个椎间盘。其中 1 级椎间盘 9 个(L₁ 水平 6 个,L₂ 水平 2 个,L₄ 水平 1 个),2 级椎间盘 205 个(L₁:65,L₂:58,L₃:44,L₄:20,L₅:18),3 级椎间盘 82 个(L₁:8,L₂:14,L₃:24,L₄:21,L₅:15),4 级椎间盘 65 个(L₁:4,L₂:8,L₃:8,L₄:21,L₅:24),5 级椎间盘 26 个(L₁:1,L₂:2,L₃:6,L₄:5,L₅:12),6 级椎间盘 19 个(L₁:1,L₃:2,L₄:7,L₅:9),7 级椎间盘 14 个(L₃:1,

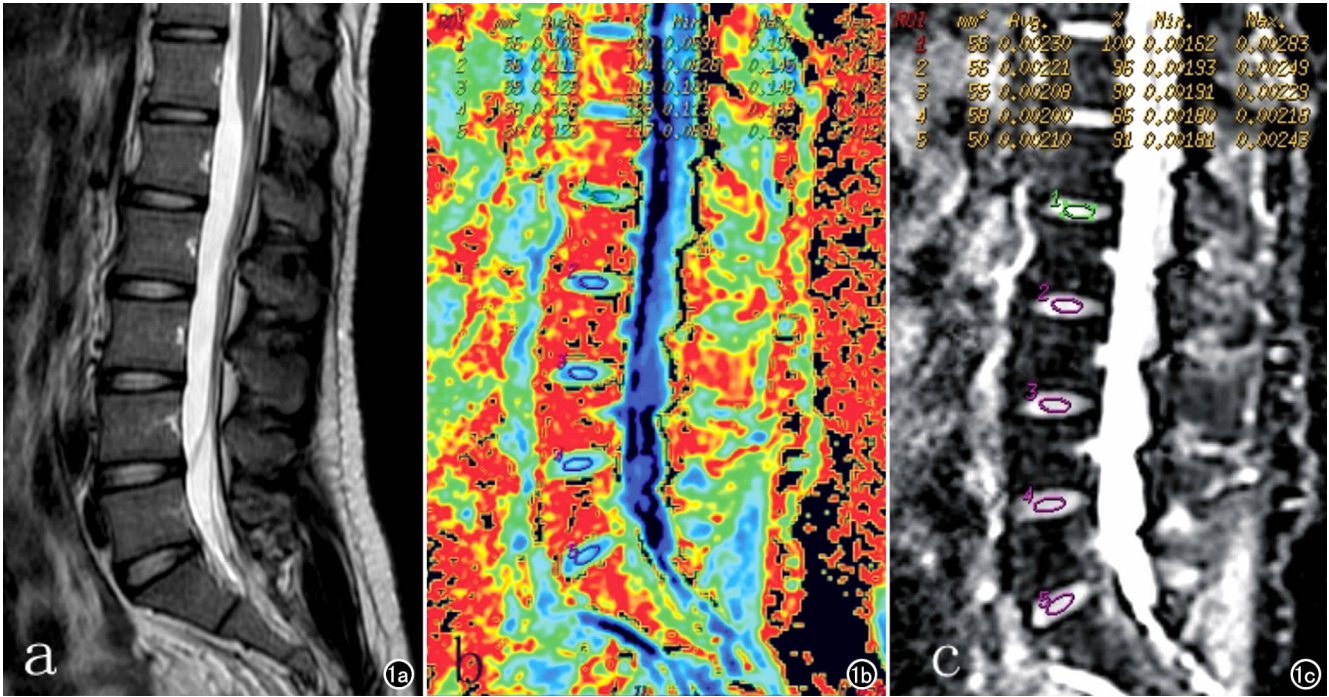


图 1 健康志愿者。a) 矢状面 T₂WI 示各腰椎间盘髓核为高信号,高于骶骨前脂肪信号且低于脑脊液信号,Pfirrmann 分级为 2 级;b) 矢状面 DWI 伪彩图上测量各椎间盘信号;c) DWI 黑白图所示各椎间盘的 ROI,面积 50~58 mm²,ADC 值为 0.00200~0.00230 mm²/s。

L₄:9, L₅:4), 8 级椎间盘 5 个(L₂:1, L₃:2, L₄:1, L₅:3)。

各级椎间盘平均 ADC 值见表 2、图 2。各级椎间盘两两比较的统计分析结果表 3。

表 2 各级椎间盘平均 ADC 值测量结果

椎间盘分级	例数	ADC 值 ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)
正常椎间盘	214	
1 级	9	2.21 $\pm$ 0.24
2 级	205	2.03 $\pm$ 0.15
退变椎间盘	211	
3 级	82	1.80 $\pm$ 0.23
4 级	65	1.54 $\pm$ 0.33
5 级	26	1.56 $\pm$ 0.19
6 级	19	1.54 $\pm$ 0.29
7 级	14	1.44 $\pm$ 0.50
8 级	5	1.79 $\pm$ 0.43

表 3 各级椎间盘 ADC 值均数两两比较 *t* 检验结果

对比组(级)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
1 与 2	14.322	0.022
1 与 3	5.123	<0.001
1 与 4	5.983	<0.001
1 与 5	8.359	<0.001
1 与 6	5.962	<0.001
1 与 7	4.330	<0.001
1 与 8	2.425	0.032
2 与 3	9.881	<0.001
2 与 4	16.644	<0.001
2 与 5	14.407	<0.001
2 与 6	12.032	<0.001
2 与 7	11.149	<0.001
2 与 8	3.307	0.001
3 与 4	5.748	<0.001
3 与 5	4.917	<0.001
3 与 6	4.199	<0.001
3 与 7	4.453	0.000
3 与 8	0.129	0.894
4 与 5	-0.295	0.769
4 与 6	-0.063	0.932
4 与 7	0.933	0.354
4 与 8	-1.611	0.112
5 与 6	0.208	0.832
5 与 7	1.093	0.284
5 与 8	-1.980	0.057
6 与 7	0.756	0.456
6 与 8	-1.508	0.146
7 与 8	-1.385	0.184

注: * 两均数间比较差异有统计学意义(*P*<0.05)。

方差分析显示, 各级椎间盘平均 ADC 值的差异有高度统计学意义(*F*=54.607, *P*<0.001)。 *t* 检验分析发现, 1 级、2 级椎间盘与其他各级椎间盘平均 ADC 值比较, 差异有高度统计学意义(*P*<0.01); 3 级椎间盘分别与 4、5、6、7 级椎间盘平均 ADC 值比较, 差异亦有统计学意义(*P*<0.05); 4~8 级椎间盘之间平均 ADC 值两两比较, 差异无统计学意义(*P*>0.05)。

正常椎间盘 214 个, 平均 ADC 值为 (2.03 $\pm$ 0.16) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 轻度退变椎间盘 147 个, 平均

ADC 值为 (1.68 $\pm$ 0.31) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 重度退变椎间盘 64 个, 平均 ADC 值为 (1.54 $\pm$ 0.33) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。正常椎间盘、轻度及重度退变椎间盘平均 ADC 值之间差异有高度统计学意义(*F*=81.356, *P*<0.001)。其中, 正常椎间盘与轻度和重度退变椎间盘的 ADC 值比较, 差异均有高度统计学意义(*t* 值分别为 14.322 和 16.332, *P*<0.001); 轻度与重度退变椎间盘的 ADC 值比较, 差异有统计学意义(*t*=2.980, *P*=0.003)。

讨 论

髓核是无血管组织, 其营养物质的吸收和代谢主要依靠软骨终板的渗透作用。而髓核退变早期的主要表现为细胞外水的丢失和蛋白多糖含量下降。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)技术是基于水分子的微观运动, 能反映组织中水分子无序扩散运动快慢的信息。DWI 常用表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)来描述分子的综合微观运动。髓核内细胞外水的丢失将导致椎间盘内水分子扩散运动减弱, 从而使其 ADC 值降低。故此, ADC 值可用于评价髓核的早期退变[2]。

本研究对 46 例腰椎退行性病变患者和 39 例志愿者的 425 个椎间盘进行了 MRI 扫描, 均得到了较为理想的影像。为了清晰地分辨出椎间盘早期退变, 本研究采用了修正的 Pfirrmann 分级系统[3]。本研究中发现, 1~4 级椎间盘随着级数的增加 ADC 平均值逐渐递减, 两者呈负相关。这一结果表明 ADC 值可以较好的反映早期髓核的退变程度。由此佐证了“椎间盘的早期退变主要表现为髓核的细胞外水的丢失”这一观点[4]。故此, 笔者认为 ADC 值适用于早期椎间盘

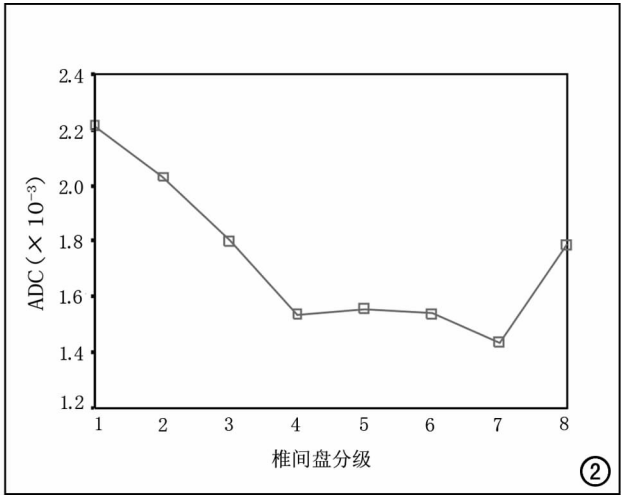


图 2 不同椎间盘分级平均 ADC 值分布图。1~4 级椎间盘, 随着级数上升, ADC 值逐渐下降; 4~7 级椎间盘的平均 ADC 值呈现平台期; 8 级的 ADC 值较 7 级上升明显。

退变的追踪随访和观察。然而,本研究中 4~8 级椎间盘的 ADC 平均值之间差异无统计学意义,笔者认为出现这种现象可能有如下两种可能性:①因为髓核内其它物质(如粘多糖)含量的改变也会引起 T_2 信号的改变^[5],而 ADC 值仅反映测量组织中水的扩散系数,故与 T_2 信号的改变不一定一致;②是否说明髓核在中重度退变时细胞外水分含量改变不大,这需要进一步研究进行探讨。本研究中还发现,8 级椎间盘的 ADC 平均值较 4~7 级要高,这与 Chiu 等^[6]报道的结果相似,其认为这可能与椎间盘破裂导致的水分子微观自由运动状态改变有关。

由于 1 级及 8 级椎间盘的数目相对较少,也为了更好地了解 ADC 值、腰椎间盘退变与腰椎间盘位置的关系,将 1~2 级椎间盘认定为正常,3~4 级为轻度退变,5 级及 5 级以上为重度退变。本研究中发现正常椎间盘、轻度及重度退变椎间盘平均 ADC 值之间差异均有统计学意义。对比正常腰椎间盘,退变椎间盘的 ADC 值有明显减低。

综上所述,MRI DWI 的 ADC 值可以较好的反映早期髓核退变程度,对提高腰椎间盘早期变性的诊断具有一定的价值,适用于早期椎间盘退变的追踪随访

和观察。然而,对于中重度椎间盘退变,DWI 应联合 MRI 的 T_2 信号对其进行评价。然而,目前尚无较好的 MRI 技术对椎间盘退变进行准确评估,椎间盘退变机制及 MRI 技术还需进一步的研究和探讨。

参考文献:

- [1] James FG, Yi XJ, Wang MD, et al. Modified Pfirrmann grading system for lumbar intervertebral disc degeneration[J]. SPINE, 2007,32(24):708-712.
- [2] 李丽,李锋,熊伟. 功能 MRI 在腰椎退行性疾病诊断中的应用进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2010,20(5):428-431.
- [3] 于斌,王以朋,邱贵兴. 腰椎间盘退变的 MRI 分级评价方法研究进展[J]. 中国骨与关节外科,2010,3(5):410-412.
- [4] 夏晓萍,戚乐,叶文琦,等. 椎间盘的磁共振研究进展[J]. 健康研究,2011,31(3):225-227.
- [5] Haneder S, Apprich SR, Schmitt B, et al. Assessment of glycosaminoglycan content in intervertebral discs using chemical exchange saturation transfer at 3.0T: preliminary results in patients with low-back pain[J]. Eur Radiol, 2013,23(3):861-868.
- [6] Chiu EJ, Newitt DC, Segal MR, et al. Magnetic resonance imaging measurement of relaxation and water diffusion in the human lumbar intervertebral disc under compression in vitro[J]. Spine, 2001, 26(19):437-444.

(收稿日期:2013-08-19)

中华医学会放射学分会“第六届全国乳腺影像学术会议”征文及报名通知

中华医学会放射学分会第六届全国乳腺影像学术会议将于 2014 年 3 月 28~30 日在云南省昆明市召开。本届年会将邀请国内著名专家做专题讲座,并进行优秀论文交流,疑难病例讨论,数字乳腺影像诊断测评(workshop)等多种形式的学术交流。欢迎从事乳腺及其他相关诊疗工作的同道踊跃参会。参会者将获得国家继续医学教育 I 类学分。现将有关事项通知如下:

一、征文内容

- 1、乳腺各种影像学检查技术规范应用;
- 2、乳腺各种影像学检查方法的联合应用及比较;
- 3、乳腺各种影像诊断的规范;
- 4、乳腺影像技术及诊断的最新进展;
- 5、乳腺癌早期影像学诊断;
- 6、乳腺癌多学科综合治疗影像疗效评价的方法;
- 7、乳腺影像介入诊疗技术的应用研究;
- 8、乳腺分子影像技术及诊断等。

二、征文要求

- 1、为未公开发表过的论文,要求科学性强、数据可靠、重点突出、文字简练。
- 2、请提交 800~1000 字摘要一份,包括目的、方法、结果、结论四部分。

三、投稿方式

登录中华医学会放射学分会网站(www.chinaradiology.org)投稿,先在网页上注册后再进行投稿,不接收纸质和信箱投稿。

四、截稿日期 2014 年 2 月 28 日

五、有关会议的最新信息,请登陆网站查询(网址同上)。

联系人:吴建萍 云南省肿瘤医院放射科 电话:13769136408 Email:284703164@qq.com

(中华医学会放射学分会乳腺学组 云南省医学会 云南省肿瘤医院)