

DOI:10.3724/SP.J.1008.2010.00169

L₁₋₄椎间盘 ADC 值、腰动脉血供与椎间盘退变程度的相关性分析

李跃华^{1,2}, 孙万驹^{3*}, 赵振国¹, 隋海晶¹, 杨 昀³

1. 上海市浦东新区人民医院放射科, 上海 201200
2. 上海市交通大学医学院附属第六人民医院放射科, 上海 200233
3. 上海市浦东新区人民医院骨科, 上海 201200

[摘要] **目的** 分析可疑腰椎病变患者 L₁₋₄椎间盘 ADC 值、腰动脉血供与相应平面椎间盘退变程度的相关性, 评价 ADC 值对椎间盘退变的可能诊断价值, 并探讨椎间盘退变的血供因素。**方法** 可疑腰椎病变患者 65 例, 年龄 16~76 岁, 平均 (52.3±28.5) 岁; 其中下腰痛并坐骨神经痛 11 例, 下腰痛无坐骨神经痛 16 例, 坐骨神经痛无下腰痛 33 例, 跛行 5 例; 病程 1~57 周, 平均 (13.4±6.3) 周。对所有患者采用椎间盘弥散成像测定 L₁₋₄椎间盘 ADC 值, 采用腰动脉 MRA 进行腰动脉成像, 分析椎间盘 ADC 值、腰动脉血供与相应平面椎间盘退变程度的相关性。**结果** L₁₋₄平面 ADC 值与各自平面椎间盘退变分级明显相关 ($P < 0.05$), 退变程度越大, 椎间盘 ADC 值越小。L₁、L₂、L₃平面腰动脉血供分级与各自平面 (L₁₋₂、L₂₋₃、L₃₋₄) 椎间盘退变程度分级明显相关 ($r_s = 0.823, P = 0.0163$; $r_s = 0.791, P = 0.0192$; $r_s = 0.835, P = 0.0103$); L₄平面腰动脉血供分级与 L₄₋₅椎间盘退变程度分级无明显相关 ($r_s = 0.306, P = 0.2092$)。**结论** MR 弥散成像测得的腰椎间盘 ADC 值能反映 L₁₋₄腰椎退变程度; 血供因素是部分节段椎间盘 (L₁₋₂、L₂₋₃、L₃₋₄) 退变的重要影响因素。

[关键词] 磁共振血管成像; 弥散加权成像; 腰动脉; 椎间盘

[中图分类号] R 681.533.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2010)02-0169-04

Correlation of ADC values in lumbar intervertebral discs (1-4) and lumbar artery status with intervertebral disc degeneration

LI Yue-hua^{1,2}, SUN Wan-ju^{3*}, ZHAO Zhen-guo¹, SUI Hai-jing¹, YANG Yun³

1. Department of Imaging, People's Hospital of Pudong New Area, Shanghai 201200, China
2. Department of Radiology, The Sixth People's Hospital of Shanghai, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200233, China
3. Department of Orthopaedics, People's Hospital of Pudong New Area, Shanghai 201200, China

[Abstract] **Objective** To analyze the correlation of intervertebral disc degeneration with the diffusion values of lumbar vertebral discs and lumbar blood supply in patients with suspected lumbar intervertebral problems, so as to assess ADC value in diagnosis of intervertebral degeneration and the related blood supply. **Methods** Sixty-five patients with suspected lumbar intervertebral problems were included in the present study; they had a mean age of (52.3±28.5) years and an age range of 16-76 years. Eleven of them had low back pain complicated with sciatica, 16 had low back pain without sciatica, 33 had sciatica without low back pain, and 5 had intermittent claudication. The disease course was 1-57 weeks, with a mean of (13.4±6.3) weeks. MR angiography and diffusion imaging were performed to evaluate the status of lumbar arteries and to obtain the ADC values of L₁₋₄, so as to analyze the correlation of ADC values, lumbar blood supply, and intervertebral disc degeneration. **Results** The ADC values of L₁₋₄ were negatively correlated with the degeneration of lumbar discs ($P < 0.05$). There was a relation between the artery status of L₁, L₂, and L₃ with the degeneration of corresponding lumbar discs of L₁₋₂, L₂₋₃, and L₃₋₄ ($r_s = 0.823, P = 0.0163$; $r_s = 0.791, P = 0.0192$; $r_s = 0.835, P = 0.0103$). The artery status of L₄ and the L₄₋₅ discs was not significantly correlated with degeneration of corresponding lumbar discs ($r_s = 0.306, P = 0.2092$). **Conclusion** The ADC values of lumbar intervertebral disc can reflect the degeneration of L₁₋₄, and degeneration of L₁₋₂, L₂₋₃, and L₃₋₄ is correlated with the artery status of corresponding discs.

[收稿日期] 2009-07-27 **[接受日期]** 2010-01-15

[基金项目] 上海市浦东科技发展创新基金 (PKJ2007-y08). Supported by Technology and Innovation Foundation of Shanghai Pudong (PKJ2007-y08).

[作者简介] 李跃华, 博士, 主治医师. E-mail: liyuehuaxp@gmail.com

* 通讯作者 (Corresponding author). Tel: 021-58981990, E-mail: sunwanjuxp@gmail.com

[Key words] magnetic resonance angiography; diffusion imaging; lumbar artery; intervertebral disc

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2010, 31(2): 169-172]

椎间盘退变是临床常见病,是导致下腰痛的主要原因,发病机制尚不明确,主要依靠临床表现和影像学指标间接诊断。目前关于椎间盘退变发病机制的研究主要集中在应力学改变方面,缺乏椎间盘营养血供的相关研究。

椎间盘各组成部分的营养血供并不相同^[1-3]:纤维环外、中层依靠椎体周围起自腰动脉的小血管;软骨终板依靠与椎体终板松质骨骨髓的直接接触得到营养;髓核通过软骨终板的渗透获取营养。椎间盘细胞距离最近的小血管至少 5 mm 以上,椎间盘细胞的营养主要靠弥散作用获取。

因此,本研究对可疑腰椎病变患者采用椎间盘弥散成像测定腰椎间盘 ADC 值,采用腰动脉 MRA 进行腰动脉成像,分析 ADC 值、腰动脉血供程度分级分别与相应平面椎间盘退变分级的相关性,以评价 ADC 值对椎间盘退变的可能诊断价值,并探讨椎间盘退变的血供因素。

1 对象和方法

1.1 研究对象 2008年1月至2009年10月,选取上海市浦东新区人民医院收治的75例可疑腰椎病变患者,其中4例因腰椎内金属植入体产生较大伪影、6例因MRA图像质量较差被排除,最终共65例患者入选。65例患者年龄16~76岁,平均(52.3±28.5)岁;其中下腰痛并坐骨神经痛11例,下腰痛无坐骨神经痛16例,坐骨神经痛无下腰痛33例,跛行5例;病程1~57周,平均(13.4±6.3)周。

1.2 常规弥散MR扫描及ADC图像的获取 MR扫描仪1.5T(GE Signa Excite)8通道相控阵线圈,扫描参数见表1。弥散扫描技术参数为:矢状面扫描,弥散方向为ALL,扫描获得原始图像后使用工作站(ADW4.2)自带软件分析,获得彩色的ADC图,感兴趣区由分析者根据椎间盘所在位置划定,感兴趣区的大小为4.2~6.0 cm²,平均(5.6±0.6) cm²(图1A、1B)。

表 1 常规扫描参数

Tab 1 Parameters of routine MR scan

Technique	TR t/ms	TE t/ms	Thick l/mm	Slab l/mm	Matrix	NEX	Time t/s
Sag T ₁ WI	500	15	4	1.6	192×304	2	168
Ax T ₁ WI	520	15	4	1.6	160×256	2	130
Sag T ₂ WI	4 000	120	4	1.6	192×320	2	180
Ax T ₂ WI	4 000	100	4	1.6	160×256	2	164

1.3 腰动脉 MRA 扫描 首先采用 testbolus 技术检测对比剂到达腹主动脉及肋间动脉的峰值时间,以决定扫描的开始时间;注射剂量为 2 ml,注射流速为 3 ml/s,注射完毕后以相同速度注射 25 ml 生理盐水。MRA 扫描注射剂量为 0.3 mmol/kg,注射速率为 3 ml/s,注射完毕后以相同速度注射 25 ml 生理盐水。对比剂增强磁共振血管成像(CE-MRA)采用三维扰相梯度回波(3D-SPGR)序列,扫描分为 2 个时相,每个时相不超过 48 s,从而保证 2 个时相内采集图像的质量。FOV 为 40 cm×40 cm,相位编码 384,频率编码 224,激励次数(NEX)为 1,扫描层数为 70~80 层。扫描参数:TR 5.9 ms,TE 1.9 ms,FA 30°,层厚 1.2 mm,K 空间填充方式为椭圆中心填充,即在扫描开始时段 1/7 时间内采集数据填充在 K 空间的中心部位决定图像质量的对比效果。

1.4 图像分析

1.4.1 椎间盘退变程度分级 0 级:椎间盘呈

T₂WI高信号影,代表正常的椎间盘;1 级:椎间盘内 T₂WI 信号降低,或有轻微的裂隙状低信号影,代表椎间盘轻度~中度退变;2 级:椎间盘完全为 T₂WI 低信号影,但形态保持正常,代表明显退变;3 级:信号和形态均明显异常(图 1C、1D)。信号强度的对比参照为后方椎管内的脑脊液强度。

1.4.2 腰动脉血供分级 1 级:双侧腰动脉显示良好;2 级:一侧腰动脉狭窄或闭塞;3 级:双侧腰动脉狭窄或闭塞。狭窄的标准为血管直径狭窄超过正常的 33%。所有图像均经 MIP 及冠状面重建;MIP 图像观察狭窄段的程度及矢状面、冠状面及轴位重建;与常规图像及 DWI 图像比较进行确认定位(图 2)。

1.5 统计学处理 采用 SAS 9.2 统计软件,以 Spearman 相关分析评价各层面椎间盘退变程度与 ADC 测量值的相关性,以及椎间盘退变程度与同水平面腰动脉血供状况的相关性;P<0.05 为差异有统计学意义。

图1 MR 弥散扫描 ADC 图像及椎间盘退变程度分级

Fig 1 Imaging of MR-DWI and degrees of degeneration of lumbar vertebral discs

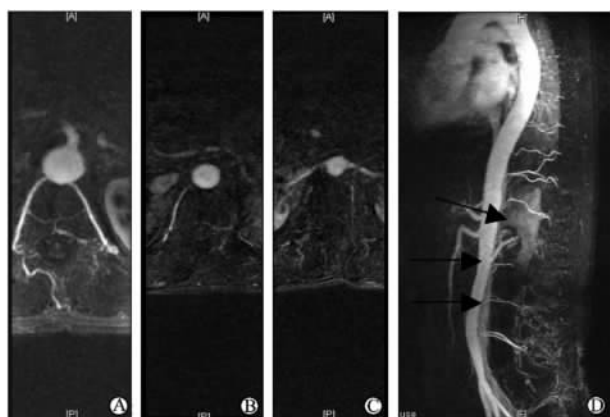
A:MR-DWI;B:ADC-map; C:T₂WI; D:T₁WI. The arrows from top to bottom indicate the degree of degeneration 0 level,1 level,2 level and 3 level

图2 腰动脉 MRA 扫描腰动脉血供分级

Fig 2 MRA of lumbar artery and degrees of lumbar artery

A: MRA of lumbar artery 1 level; B: MRA of lumbar artery 2 level; C: MRA of lumbar artery 3 level; D: MPR imaging. The arrows from top to bottom indicate the degrees of lumbar artery 3 level, 2 level and 1 level

2 结果

2.1 椎间盘退变分级结果 所有受检的 260 个椎间盘中,74 个正常,186 个发生退行性变,其中 71 个属 1 级退变,60 个属于 2 级退变,55 个属于 3 级退变。

2.2 椎间盘退变程度分级与 ADC 值的相关性分析 结果(表 2)表明:椎间盘退变程度与各椎间盘的 ADC 测量值间显著相关,退变程度越大,椎间盘 ADC 值越小。

2.3 椎间盘退变程度分级与腰动脉血供分级的相关性分析 Spearman 相关分析结果(表 3)表明:L₁、L₂、L₃腰动脉血供分级与所在平面椎间盘退变程度分级正相关($r_s=0.823, P=0.0163; r_s=0.791, P=0.0192; r_s=0.835, P=0.0103$);而 L₄腰动脉血供与其所在 L₄₋₅椎间盘退变程度无明显相关。

表2 椎间盘各层面退变程度分级与 ADC 测量值相关性分析

Tab 2 Correlation analysis of degeneration level of lumbar vertebral discs and ADC values

Lumbar vertebral disc	0 level		1 level		2 level		3 level		r_s	P
	n	ADC value (10^{-3} s/mm)	n	ADC value (10^{-3} s/mm)	n	ADC value (10^{-3} s/mm)	n	ADC value (10^{-3} s/mm)		
L ₁₋₂	31	2.19±0.32 (1.76-2.62)	14	1.64±0.20 (1.33-1.95)	12	1.28±0.29 (0.88-1.59)	8	0.77±0.19 (0.53-0.99)	0.807 1	0.002 9
L ₂₋₃	25	2.01±0.28 (1.62-2.40)	12	1.56±0.23 (1.22-1.90)	16	1.19±0.35 (0.72-1.65)	12	0.68±0.22 (0.49-1.01)	0.818 3	0.001 7
L ₃₋₄	12	2.12±0.25 (1.76-2.48)	22	1.52±0.30 (1.11-1.71)	17	1.22±0.37 (0.99-1.52)	14	0.60±0.27 (0.47-0.98)	0.791 9	0.008 1
L ₄₋₅	6	1.92±0.38 (1.43-2.41)	23	1.40±0.29 (1.07-1.80)	15	0.97±0.21 (0.68-1.28)	21	0.65±0.31 (0.50-1.00)	0.789 1	0.000 9
Total	74	2.09±0.33	71	1.55±0.27	60	1.13±0.32	55	0.66±0.29	0.808 9	0.001 1

3 讨论

目前 MR 血管成像方法较多,包括 TOF 法、PC 法、CE-MRA 法。TOF 技术主要应用于头颅的血管

成像,能从不同方向投影出血管像,但其分辨率有限^[4]。本研究中由于患者腹部呼吸运动的限制,腰动脉血流与腹主动脉血流方向的夹角过大,可能导致血管成像不佳。同时背景组织中具有极短 T₁特

征的物质很难通过饱和激发而压制,并且由于成像范围较大(L₁~L₅),可能导致采集时间延长,患者无法配合。PC法虽然能够对血流缓慢的血管成像,但受序列流动编码梯度的限制,其成像的效果往往不佳^[5]。因此,本研究采用CE-MRA方法对腰动脉成像,获得了良好的图像。MR的DWI序列是目前唯

一可以活体内观测水分子弥散的技术,其主要量化指标ADC值可以直接反映水分子受限情况。本研究结果表明随着椎间盘退变程度的增加,ADC值降低。这可能是由于随着椎间盘退变程度的加重,水分子减少,纤维成分增加,ADC值降低。结果提示ADC值的改变能够反映部分椎间盘退变情况。

表3 腰动脉血供分级与椎间盘退变程度分级的相关性分析

Tab 3 Correlation analysis of lumbar artery level and degeneration level of lumbar vertebral discs

The degree of lumbar artery	The degeneration level of disk				r _s	P
	0 level	1 level	2 level	3 level		
L ₁					0.823	0.016 3
1 level	23	7	6	5		
2 level	7	6	5	2		
3 level	4	6	2	2		
L ₂					0.791	0.019 2
1 level	12	10	3	2		
2 level	7	6	5	3		
3 level	5	6	2	4		
L ₃					0.835	0.010 3
1 level	3	9	6	5		
2 level	7	6	10	7		
3 level	2	3	4	12		
L ₄					0.306	0.209 2
1 level	6	12	16	10		
2 level	1	3	5	2		
3 level	2	6	1	1		

Spearman 相关分析结果表明: L₁、L₂、L₃腰动脉血供分级与所在平面椎间盘退变程度分级正相关;而L₄腰动脉分级与其所在L_{4~5}椎间盘退变程度无明显相关。这可能与不同椎体平面血供来源不同有关。供应腰椎及椎间盘的动脉主要起源于腹主动脉的4对腰动脉和来自骶中动脉的第5腰动脉^[6-8],主动脉末端于L₄椎体水平分叉延续成髂内、外动脉,此处以远的椎体及相关结构必须依靠综合的动脉系统供血,主要是髂内动脉供应,第5腰动脉从主动脉发出的骶中动脉分出。L_{4~5}椎间盘的血管网较其他部位丰富,因此,椎间盘ADC值的改变并不能反映腰动脉的血供减少。此结果与Hinks等^[9]结果并不一致,可能与本研究入选人群为下腰痛患者,而其他研究为正常自愿者有关。此外,本研究入选对象年龄偏高也可能对结果有一定影响。

综上所述,弥散成像测得的腰椎间盘ADC值能反映L_{1~4}腰椎退变程度;L_{1~2}、L_{2~3}、L_{3~4}椎间盘退变程度与所在平面腰动脉血供明显相关,血供因素是部分节段椎间盘退变的影响因素。当然,本研究病例数较少,也缺乏病理状态下(如动脉粥样硬化)的腰动脉评估结果,相关结论仍有待于进一步的大样本研究证实。

ies in humans; an arteriographic study in one hundred live subjects[J]. J Anat, 1982, 135(Pt 4): 753-761.

[2] Holm S, Maroudas A, Urban J P, Selstam G, Nachemson A. Nutrition of the intervertebral disc: solute transport and metabolism[J]. Connect Tissue Res, 1981, 8: 101-119.

[3] Kauppila L I, Tallroth K. Postmortem angiographic findings for arteries supplying the lumbar spine: their relationship to low-back symptoms[J]. J Spinal Disord, 1993, 6: 124-129.

[4] Kerttula L I, Jauhiainen J P, Tervonen O, Suramo I J, Koivula A, Oikarinen J T. Apparent diffusion coefficient in thoracolumbar intervertebral discs of healthy young volunteers[J]. J Magn Reson Imaging, 2000, 12: 255-260.

[5] Schoenberg S O, Prince M R, Knopp M V, Allenberg J R. Renal MR angiography[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 1998, 6: 351-370.

[6] Kauppila L I, Penttil A, Karhunen P J, Lalu K, Hannikainen P. Lumbar disc degeneration and atherosclerosis of the abdominal aorta[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19: 923-929.

[7] Kurunlahti M, Tervonen O, Vanharanta H, Ilkko E, Suramo I. Association of atherosclerosis with low back pain and the degree of disc degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24: 2080-2084.

[8] Kurunlahti M, Kerttula L, Jauhiainen J, Karppinen J, Tervonen O. Correlation of diffusion in lumbar intervertebral disks with occlusion of lumbar arteries: a study in adult volunteers[J]. Radiology, 2001, 221: 779-786.

[9] Hinks R S, Constable R T. Gradient moment nulling in fast spin echo[J]. Magn Reson Med, 1994, 32: 698-706.

[参考文献]

[1] Ratcliffe J F. The anatomy of the fourth and fifth lumbar arter-