

腰椎间盘突出性疾患下腰椎终板形态的 MRI 观察

李春林^{1,2}, 李 放¹, 张志成¹

(1 北京军区总医院骨科 100700 北京市; 2 山西医科大学第二临床医学院 030001 太原市)

【摘要】目的:在 MRI 片上观察腰椎间盘突出患者下腰椎终板形态的分布规律,分析终板形态和椎间盘退变的关系。**方法:**回顾分析两组腰椎间盘突出性疾病的术前腰椎 MRI, A 组 110 例为单节段腰椎间盘突出症患者, B 组 35 例为椎间盘源性腰痛患者。根据正中矢状面 MRI T1 像, 将终板形态分为凹面、平坦、不规则三型; 根据 Pfirrmann 法评定椎间盘退变程度并将 I~V 级分别计为 1~5 分; 按 Modic 改变分级标准判定各节段终板有无 Modic 改变。分析下腰椎终板的形态特点及三种分型与椎间盘退变程度、Modic 改变等的关系。**结果:**① 435 个下腰椎节段中, 凹面型终板最多(215/435), A 组中占 50.6%(167/330), B 组中占 45.7%(48/105), 且主要分布于 L3/4(108/215)、L4/5(83/215)节段; 平坦型终板占 29.0%(126/435), 并主要位于 L5/S1 节段(76/126); 不规则型终板最少(94/435), A 组中占 23.0%(76/330), B 组中占 17.1%(18/105), 也主要位于 L5/S1 节段(45/94)。② A 组患者中, 凹面型终板退变程度平均为 3.31 ± 0.81 分, 平坦型为 3.66 ± 0.64 分, 不规则型为 4.16 ± 0.67 分, 两两比较有显著差异($P < 0.05$); 椎间盘突出节段以平坦型(37/110)和不规则型(43/110)终板占多数, 无突出节段则以凹面型(137/220)终板占多数, 差异有显著性($P < 0.05$); 不规则型终板比凹面型和平坦型更容易伴发 Modic 改变, 差异有显著性($P < 0.05$), 凹面型和平坦型间无显著性差异($P > 0.05$)。③ B 组患者中, 凹面型终板的椎间盘退变程度平均为 3.23 ± 0.86 分, 平坦型为 3.54 ± 0.85 分, 不规则型为 3.94 ± 0.54 分, 仅凹面型和不规则型间差异有显著性($P < 0.05$)。④ 相同终板形态时 A 组和 B 组椎间盘退变程度相比均无显著性差异($P > 0.05$)。**结论:**终板形态与椎间盘退变、Modic 改变之间有相关性。终板形态由凹面型到平坦型再到不规则型, 椎间盘退变程度逐渐加重。影像学上终板形态改变在一定程度上反映了椎间盘退变的程度。

【关键词】腰椎间盘突出; 终板形态; MRI; Modic 改变

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.05.03

中图分类号: R681.5, R445.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-05-0393-05

Morphology of endplate in lumbar degenerative disc disease, a MRI study/LI Chunlin, LI Fang, ZHANG Zhicheng//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(5): 393-397

【Abstract】Objectives: To investigate the morphology of endplate shape in lumbar degenerative disc disease by means of magnetic resonance imaging (MRI) and the correlation between endplate shape and lumbar disc degeneration. **Methods:** A retrospective review was carried out in this study. The preoperative lumbar MRIs of 110 patients with single lumbar intervertebral disc herniation (group A) and 35 patients suffering from discogenic low back pain (group B) were reviewed and analyzed respectively. The morphology of endplate was classified into three groups: concave, flat and irregular based on the midsagittal T1-weighted MRI; the degree of disc degeneration was graded on T2-weighted MRI according to the Pfirrmann's method, with one to five points behaving grade I to V; all endplates were determined by Modic grading system. The associations between morphology of endplate in lower lumbar spine and disc degenerative degree as well as Modic changes were evaluated retrospectively. **Results:** ① Among the 435 lower lumbar spine endplates, concave represented the maximum proportion(215/435), with 50.6% in group A(167/330) and 45.7% in group B(48/105), and they almost sited in L3/4(108/215) and L4/5(83/215). Flat accounted for 29.0%(126/435), mostly sited in L5/S1(76/126). Irregular represented the least proportion(94/435), with 23.0% in group A(76/330) and 17.1% in group B(18/105), almost sited in L5/S1(45/94). ② In group A, the average degenerative degree for concave, flat and irregular endplate was 3.31 ± 0.81 point, 3.66 ± 0.64 point and 4.16 ± 0.67 point respectively, which

第一作者简介: 男(1983-), 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)66721209 E-mail: lichunlin358@163.com

通讯作者: 李放 E-mail: fangl6722@vip.sina.com

showed significant difference ($P < 0.05$). Flat (37/110) and irregular (43/110) endplates were more common than concave ones in herniated discs, however which (137/220) were more common in no-herniated discs, which showed significant difference ($P < 0.05$). For patients with lumbar disc herniation, irregular endplates were associated with Modic changes more often than the other two shapes ($P < 0.05$), but the latter two shapes showed no difference ($P > 0.05$). ③ In group B, the average degeneration degree for concave, flat and irregular endplate was 3.23 ± 0.86 point, 3.54 ± 0.85 point and 3.94 ± 0.54 point respectively, with significant difference existing only in concave and irregular shape ($P < 0.05$). **Conclusions:** Endplate morphology is associated with degree of disc degeneration and Modic changes. Disc degeneration presents from concave to flat and finally to irregular shape on MRI. Endplate shape on MRI can reflect the degree of disc degeneration to a certain degree.

【Key words】 Lumbar disc degeneration; Endplate shape; MRI; Modic changes

【Author's address】 Department of Orthopedics, General Hospital of Beijing Military Area, Beijing, 100700, China

腰椎间盘突出是产生腰腿痛的常见原因,椎间盘退变过程复杂。终板与椎间盘紧密相邻,是椎间盘生物力学的直接传导部位,临床研究发现椎间盘退变时终板会发生重塑以适应退变^[1]。并且椎间盘退变也可伴随终板 MRI 信号的变化^[2]。随着运动保留技术的发展,有些治疗手段的应用要求椎体终板为凹面形态^[3],以便置入物牢固。目前对于终板形态和椎间盘退变的关系仍不十分清楚,对于 MRI 终板形态与椎间盘突出情况及信号变化之间的关系还未见报道。由于下腰椎椎间盘特殊的生物力学环境使其比上腰椎更容易发生退变^[4,5],故本研究观察腰椎间盘退变性疾病患者下腰椎在 MRI 上终板形态、信号变化,研究腰椎间盘退变患者的下腰椎终板形态分布规律,分析终板形态和椎间盘退变程度、Modic 改变的关系并探讨其临床意义。

1 资料和方法

回顾分析 2010 年 1 月~2011 年 6 月间收治的 145 例腰椎间盘突出症及椎间盘源性腰痛患者。患者均无腰部手术史,均行腰椎 MRI 检查并排除脊柱侧凸畸形、骨质疏松、腰椎骨折、结核、肿瘤、感染等疾病。

1.1 分组

①A 组:椎间盘突出患者,110 例,男 72 例,女 38 例,年龄 20~68 岁,平均 43.7 岁,主要表现为腰痛及根性症状,经 X 线片和 MRI 确诊均为单节段下腰椎椎间盘突出症。

②B 组:椎间盘源性腰痛患者,35 例,男 23 例,女 12 例,年龄 21~64 岁,平均 42.7 岁,主要表现为腰痛,保守治疗最少 6 个月症状无明显缓解,经 MRI 和椎间盘造影确诊均为椎间盘源性腰痛,

责任节段无椎间盘突出。观察两组患者下腰椎 (L3/4、L4/5、L5/S1) 三个节段椎间盘的终板形态,共计 435 个椎间盘及相应节段的 435 对终板。

1.2 MRI 检查

使用 GE Signa 1.5T 磁共振成像仪按常规行腰椎矢状面 T1WI 扫描、T2WI 扫描和横断面 T2WI 扫描。

1.3 影像学分析

椎间盘退变程度按 Pfirrmann 分级标准^[6]判定并给予评分,Ⅰ级为 1 分,Ⅱ级为 2 分,Ⅲ级为 3 分,Ⅳ级为 4 分,Ⅴ级为 5 分。

终板形态按 Pappou 等^[7]的方法,将终板形态分为凹面形、平坦形、不规则形,即在 MRI T1 加权像正中矢状位沿终板前后缘划一直线,如果终板边缘与直线重合,则为平坦型;终板曲线不光滑,有突起或赘生物超出直线为不规则型;终板曲线光滑并与直线之间出现半月形椎间盘影像则归为凹面型(图 1)。同一个节段椎间盘上下两个终板出现两种形态时按就重原则将该节段终板形态归为较重的一型。例如上位终板是凹面形,下位是平坦形或不规则形,则将该节段终板形态归为平坦型或不规则型;若上位终板是平坦形,下位是不规则形,则该节段终板形态归为不规则型。

按 Modic 改变分级标准^[2]判定各节段终板有无 Modic 改变。

1.4 结果判断和统计分析

MRI 影像学资料由一位骨科医师和一位 MRI 室医师相对独立地进行盲法分析。最后集中讨论,有争议者请另外一位骨科医师评定并取多数认同的结果。所有结果采用 SPSS 17.0 分析软件进行统计分析。终板形态与椎间盘退变程度的关系作秩和检验;终板形态与 Modic 改变、椎间盘

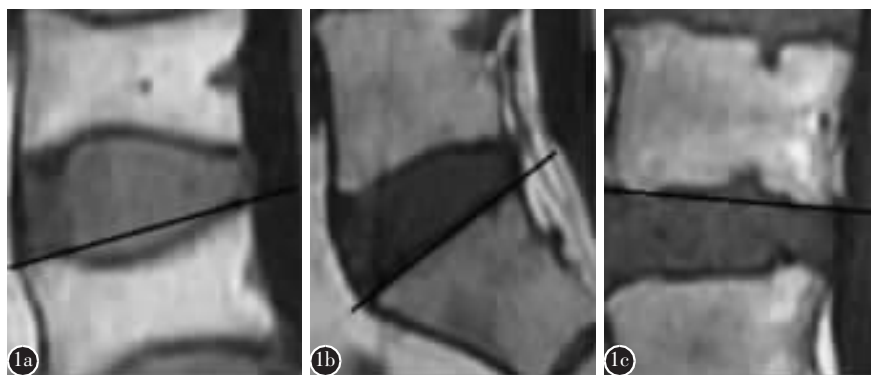


图 1 腰椎正中矢状位 MRI T1 加权像显示的终板形态 a 凹面型 b 平坦型 c 不规则型

Figure 1 Endplate shapes on midsagittal T1-weighted MRI concave(1a), flat(1b), and irregular(1c)

突出情况之间关系作 χ^2 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义的标准。

2 结果

共 145 例患者, 435 个下腰椎节段, 三种形态终板中凹面型终板最多, 且主要分布于 L3/4、L4/5 节段; 平坦型终板从 L3/4~L5/S1 逐渐增多; 不规则型终板最少, 且主要集中在 L5/S1 节段(表 1)。

各形态终板与对应椎间盘 MRI 退变程度关系见表 2。A 组中凹面型、平坦型、不规则型终板对应椎间盘退变程度逐渐加重($P < 0.05$)。B 组中凹面型终板明显比不规则型终板退变程度低($P < 0.05$), 凹面型与平坦型之间、平坦型与不规则型之间无显著性差异($P > 0.05$)。相同终板形态时 A 组与 B 组椎间盘退变程度无显著性差异($P > 0.05$)。

A 组椎间盘突出节段以平坦型和不规则型终板较凹面型占多数, 无突出节段则以凹面型占多数, 且有显著性差异($P < 0.05$), 而平坦型和不规则型间无显著性差异($P > 0.05$)(表 3)。B 组只有 1 例

伴 Modic 改变患者, 未予分析。A 组有 33 例(30%)患者 35 个节段的终板伴有 Modic 改变, 伴发 Modic 改变节段的终板形态以不规则型为主, 且有统计学差异($P < 0.05$), 而凹面型与平坦型之间无统计学差异($P > 0.05$, 表 3)。

B 组有 20 例(57.1%)的患者有椎间盘纤维环后方的 MRI 高信号区(HIZ)。共累及 32 个椎间隙, 其中凹面型 13 个(发生率为 27.1%), 平坦型 14 个(35.9%), 不规则型 5 个(27.8%), 各型发生率间无明显统计学差异($P = 0.649$)。

表 1 两组患者不同节段终板分型情况

Table 1 The shape of end plates in different segments of all patients

	A组 Group A			B组 Group B		
	L3/4	L4/5	L5/S1	L3/4	L4/5	L5/S1
凹面型 Concave	86	62	19	22	21	5
平坦型 Flat	9	22	56	9	10	20
不规则型 Irregular	15	16	35	4	4	10

表 2 两组患者椎间盘退变 Pfirrmann 分级情况

Table 2 The intervertebral disc degeneration grade of patients in two group based on Pfirrmann classification

	A组分级 Grade of group A					A组评分 Scores of group A	B组分级 Grade of group B					B组评分 Scores of group B
	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V	
凹面型 Concave	0	36	45	85	1	3.31±0.81	0	12	14	21	1	3.23±0.86 ^③
平坦型 Flat	0	5	23	56	4	3.66±0.64 ^①	0	5	12	18	4	3.54±0.85 ^③
不规则型 Irregular	0	0	3	49	21	4.16±0.67 ^{①②}	0	0	3	13	2	3.94±0.54 ^{①③}

注: ①与凹面型相比较 $P < 0.05$, ②与平坦型相比较 $P < 0.05$, ③与 A 组比较 $P > 0.05$

Note: ①Compared with concave, $P < 0.05$, ②Compared with flat, $P < 0.05$, ③Compared with group A, $P > 0.05$

表 3 A 组患者终板分型与椎间盘突出及 Modic 改变的关系

Table 3 The relationship among endplate shapes, intervertebral disc herniation and Modic changes of patients' in group A

	有椎间盘突出 Disc herniation		无椎间盘突出 No-disc herniation	
	有 Modic 改变 Modic changes	无 Modic 改变 No-Modic changes	有 Modic 改变 Modic changes	无 Modic 改变 No-Modic changes
凹面型 Concave	4	26	2	135
平坦型 Flat	8 ^①	29	1	49 ^①
不规则型 Irregular	18 ^①	25	2	31 ^①

注:①与凹面型相比较 $P<0.05$

Note: ① Compared with concave $P<0.05$.

3 讨论

椎间盘退变性疾病的治疗中运动保留技术越来越多地得以应用。但是这些技术对终板形态和椎间隙高度有一定的要求,因此研究终板形态与腰椎间盘退变的关系对临床工作有一定的帮助。以往关于终板形态的研究多集中在解剖结构方面或利用影像学手段观察终板横径、矢状径、周径、面积以及测量终板凹陷角和相对曲率等^[7,8]。测量终板凹陷角虽然能够比较客观量化地反映椎体终板的凹陷程度,但操作复杂并且由于终板弧线顶点定位的不确定性使其误差较大,实用性不强。而本研究所用方法可以很直观地定义出终板的形态,操作简便,易于施行。Pappou 等^[5]分析腰痛患者终板形态与椎间盘退变的关系结果与本研究类似,但选取研究对象不同,并且未研究终板形态与 Modic 改变及椎间盘突出之间的关系。目前 MRI 上终板形态与椎间盘退变程度之间的关系不十分清楚,终板形态与椎间盘突出及 Modic 改变之间的关系还未见报道。本研究目的是探索下腰椎矢状位 MRI 上终板形态在两组椎间盘退变性疾病中的分布规律及终板形态与椎间盘退变程度、Modic 改变、椎间盘突出情况、HIZ 间的关系。

软骨终板是椎体与髓核之间椭圆形盘状的薄层软骨板,周边厚中央薄。软骨终板下椎体也称骨性终板,骨性终板和软骨终板在影像学上很难区分,基础及临床研究中常将其看作一个整体来研究。研究表明,终板在维持椎体的正常形态、椎间盘生物力学传导、缓冲应力重新分布^[9]及椎间盘

营养、代谢过程^[10]中起重要作用;完全去除终板后椎体的抗压能力下降约 39%^[11]。许多学者认为终板退变可能参与或加重椎间盘退变^[10,12-14]。Holm 等^[12]研究表明,终板损伤后,相邻髓核的压力负载减少 25%~27%,而纤维环应力增加,且主要在后侧,故后方纤维环易发生纤维环劳损和髓核后突,认为椎体软骨终板的损伤可导致椎间盘退变的发生。Grant 等^[13]认为终板退变后产生形态学的变化从而失去了缓冲作用进而可能参与或加重椎间盘退变过程。还有学者^[10,14]认为软骨终板细胞的凋亡引起椎间盘营养和代谢途径障碍可能是导致椎间盘退变的重要因素。

但 Kokkonen 等^[15]持相反观点,认为终板退变更像是腰椎间盘退变的后果,而不是造成椎间盘破坏的原因。同时大量研究认为椎间盘退变会引起终板形态^[1,7,9,16]和终板 MRI 信号的变化^[2,17-19]。而终板退变的重要表现就是终板形态和信号的改变。Wolff 定律指出骨的负载改变时,骨组织会进行改建以适应骨的负载。椎间盘生物力学研究^[9,16]表明,椎间盘正常时椎间盘传导的应力主要集中在椎体终板的中央,应力不仅影响椎间盘的容积和形状,同时也对终板产生作用,尤其是轴向应力负荷可导致终板及终板下骨小梁弯曲变形。这可能就是本研究中 MRI 退变等级相对较轻的椎间盘多以凹面型终板为主的原因。当椎间盘退变时髓核流体力学特征逐渐消失,应力由终板中央向周边转移,导致外周终板应力相对集中,这不仅使终板剪切力增加,终板容易发生微骨折^[9],也可激活终板和椎体的骨重建过程^[1],最终导致椎体周边高度逐渐丢失和椎体矢状径逐渐增加,终板倾向平坦化。另外有研究表明腰椎由上向下终板压强逐渐增大^[4]。本研究中随着节段下降凹面型终板逐渐减少,平坦型终板逐渐多见,S1 节段上终板以平坦型为主,笔者认为可能都与 L4/5、L5/S1 节段应力负荷较大有关。不规则型终板所占比例最少且主要集中在 L5/S1 节段。笔者认为可能是较大的应力负荷长期作用容易导致终板形态变得不规则。由于 L5/S1 节段位于腰骶结合部,剪切力很大,所以出现不规则型终板的可能性相对其他节段更大。在椎间盘突出时,终板形态由凹面到平坦再到不规则,对应椎间盘退变程度逐渐加重,而且突出椎间盘以平坦型和不规则型终板为主。提示腰椎间盘突出时椎间盘的 MRI 退变程度与终

板形态有相关性。而椎间盘源性腰痛组中凹面型和不规则型之间的椎间盘退变程度有显著差异,而凹面和平坦,平坦和不规则型间盘退变程度则无显著差异。可能终板形态并不能完全反映该组椎间盘退变程度。此外本研究还显示,相同形态的终板对应的椎间盘退变程度在椎间盘突出、椎间盘源性腰痛两组间相比时无显著差异,提示终板形态的差异不能反映椎间盘退变类型的差异,但终板形态可以在一定程度上反映椎间盘 MRI 退变等级,特别是在椎间盘突出时。

另外终板 MRI 信号的 Modic 改变与椎间盘退变也有很高的相关性^[2,17],椎间盘退变性疾病中 Modic 改变大约占 19%~59%^[2,20,21]。目前多认为其产生是由于椎间盘退变后异常的应力负荷^[2]、腰椎不稳定^[18]、释放炎症因子等^[19]导致椎体微小骨折、影响骨髓局部的微环境,导致其组织学上的改变,最终表现为终板 MRI 信号改变。本研究中椎间盘突出患者 Modic 改变占 30%,三种形态终板中不规则型终板伴发 Modic 改变明显比其他两型多。我们有理由推测 Modic 改变可能是终板经受长期异常应力,退变达到一定程度的结果。

据以上研究结果,我们认为终板形态变化与腰椎间盘退变、Modic 改变相关,MRI 终板形态变化能在一定程度上反映椎间盘突出时椎间盘的退变程度,但不能很好地反映椎间盘源性腰痛时间盘退变的程度。

4 参考文献

1. Grosland NM, Goel VK. Vertebral endplate morphology follows bone remodeling principles[J]. Spine, 2007, 32(23): 667-673.
2. Modic MT. Modic type 1 and type 2 changes[J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(2): 150-151.
3. Gamradt SC, Wang JC. Lumbar disc arthroplasty[J]. Spine J, 2005, 5(1): 95-103.
4. 李志刚, 郑连杰, 李光灿, 等. 腰骶椎终板生物力学特性的实验研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(3): 210-213.
5. Pappou IP, Cammisa FP Jr, Girardi FP. Correlation of end plate shape on MRI and disc degeneration in surgically treated patients with degenerative disc disease and herniated nucleus pulposus[J]. Spine J, 2007, 7(1): 32-38.
6. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. Spine, 2001, 26(17): 1873-1878.
7. 陈之青, 陈其昕, 李方财, 等. 椎体终板的凹陷角与腰椎间盘退变的相关性[J]. 中国骨伤, 2004, 17(7): 396-398.
8. Gu HS, Zhou WY, Li ZY. Clinic research between vertebral endplate morphology and lumbar disc herniation [J]. J Clin Reh Tis Eng Res, 2010, 14(50): 9497-9500.
9. Li FC, Zhang N, Chen WS, et al. Endplate degeneration may be the origination of the vacuum phenomenon in intervertebral discs[J]. Med Hypotheses, 2010, 75(2): 169-171.
10. Gruber HE, Gordon B, Norton HJ, et al. Analysis of cell death and vertebral end plate bone mineral density in the annulus of the aging sand rat[J]. Spine J, 2008, 8(3): 475-481.
11. Lowe TG, Hashim S, Wilson LA, et al. A biomechanical study of regional endplate strength and cage morphology as it relates to structural interbody support[J]. Spine, 2004, 29(21): 2389-2394.
12. Holm S, Holm AK, Ekström L, et al. Experimental disc degeneration due to endplate injury[J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(1): 64-71.
13. Grant JP, Oxland TR, Dvorak MF, et al. The effects of bone density and disc degeneration on the structural property distributions in the lower lumbar vertebral endplates [J]. J Orthop Res, 2002, 20(5): 1115-1120.
14. Xu HG, Chen XW, Wang H, et al. Correlation between chondrocyte apoptosis of vertebral cartilage endplate and degeneration of intervertebral disc [J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2008, 88(3): 194-197.
15. Kokkonen SM, Kurunlahti M, Tervonen O, et al. Endplate degeneration observed on magnetic resonance imaging of the lumbar spine: correlation with pain provocation and disc changes observed on computed tomography diskography [J]. Spine, 2002, 27(20): 2274-2278.
16. Zhao F, Pollintine P, Hole BD, et al. Discogenic origins of spinal instability[J]. Spine, 2005, 30(23): 2621-2630.
17. Albert HB, Briggs AM, Kent P, et al. The prevalence of MRI-defined spinal pathoanatomies and their association with Modic changes in individuals seeking care for low back pain[J]. Eur Spine J, 2011, 20(8): 1355-1362.
18. Zhang YH, Zhao CQ, Jiang LS, et al. Modic changes: a systematic review of the literature[J]. Eur Spine J, 2008, 17(10): 1289-1299.
19. Peng B, Zhang Y, Hou S, et al. Intradiscal methylene blue injection for the treatment of chronic discogenic low back pain[J]. Eur Spine J, 2007, 16(1): 33-38.
20. Kjaer P, Leboeuf-Yde C, Korsholm L, et al. Magnetic resonance imaging and low back pain in adults: a diagnostic imaging study of 40-year-old men and women [J]. Spine, 2005, 30(10): 1173-1180.
21. Kuisma M, Karppinen J, Niinimäki J, et al. Modic changes in endplates of lumbar vertebral bodies: prevalence and association with low back and sciatic pain among middle-aged male workers[J]. Spine, 2007, 32(10): 1116-1122.

(收稿日期:2011-11-04 修回日期:2012-04-12)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)