

# 软骨终板形态与椎间盘退变的相关性\*

薄冉, 杨庆国, 段文, 刘金锐, 张银顺

## Correlation between vertebral endplate shape and intervertebral disc degeneration

Bo Ran, Yang Qing-guo, Duan Wen, Liu Jin-rui, Zhang Yin-shun

### Abstract

**BACKGROUND:** Previous studies have shown that a variety of environmental factors lead to disc degeneration, and the most important mechanism is the degeneration of the cartilage endplate.

**OBJECTIVE:** To analyze the relationship between intervertebral disc degeneration and endplate shape.

**METHODS:** A retrospective analysis of sagittal MRI was performed in 62 patients with discogenic chronic low back pain and 79 patients with radicular symptoms because of herniated nucleus pulposus. The endplate shape was determined according to sagittal T1-weighted MRI, and the disc degeneration was graded on T2-weighted sequences.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Flat and irregular endplates were most common in the lower lumbar spine of people who had disc degeneration. Flat endplate at L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> segment was the most common. In the two groups, disc degeneration degree of concave endplates was lower than those of flat or irregular endplates, and the degree of flat endplate was lower compared with irregular endplate ( $P < 0.01$ ). The differences in disc degeneration degree of concave and irregular endplates between the two groups had no significance, while disc degeneration degree of flat endplate in the herniated nucleus pulposus group was higher compared with the discogenic chronic low back pain group ( $P < 0.05$ ). It is indicated that with the severity of disc degeneration, the endplate will gradually change from concavetype shape to flat shape and irregular shape.

Bo R, Yang QG, Duan W, Liu JR, Zhang YS. Correlation between vertebral endplate shape and intervertebral disc degeneration. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(24): 4413-4416. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 以往研究证明多种内环境因素共同作用引发椎间盘退变, 最重要的机制为椎间盘软骨终板的退变。

**目的:** 分析椎间盘退变与终板形态的关系。

**方法:** 回顾性分析 62 例因椎间盘源性慢性下腰痛和 79 例因髓核脱出致神经根性症状患者的腰椎 MRI 正中矢状位图像资料。根据腰椎 MRI 正中矢状位 T1W1 图像确定终板形态, T2W1 图像确定椎间盘退变程度分级。

**结果与结论:** 平坦型和不规则型终板最常见于椎间盘退变人群下腰椎, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 平坦型最多见。髓核脱出组与椎间盘源性慢性下腰痛组中凹陷型终板椎间盘退变程度均较平坦型、不规则型低, 平坦型终板椎间盘退变程度较不规则型低 ( $P < 0.01$ )。两组间凹陷型与不规则型终板椎间盘退变程度差异无显著性意义, 髓核脱出组平坦型椎间盘退变程度较椎间盘源性慢性下腰痛组高 ( $P < 0.05$ )。提示随着椎间盘退变程度的加重, 软骨终板形态有由凹陷型向平坦型、不规则型依次转变的趋势。

**关键词:** 软骨终板; MRI; 腰椎; 退行性变; 椎间盘; 软骨组织构建

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.24.009

薄冉, 杨庆国, 段文, 刘金锐, 张银顺. 软骨终板形态与椎间盘退变的相关性[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(24): 4413-4416. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

脊柱的大部分压缩负荷及45%旋转负荷是由椎间盘承载的, 在椎间盘负荷重新分配及应

力传导中软骨终板起到重要作用<sup>[1]</sup>。正常软骨终板为边缘厚、中央薄的向心性凹陷, 且不同椎体节段其凹陷程度不同<sup>[2-3]</sup>。椎间盘的退变与髓核的生化改变(水分的减少与蛋白多糖的含量)和纤维环完整性密切相关, 其改变导致了椎间

Third Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui Province, China

Bo Ran★, Studying for master's degree, Third Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui Province, China  
br19875@163.com

Corresponding author: Yang Guo-qing, Professor, Chief physician, Master's supervisor, Third Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui Province, China  
yqgyly@126.com

Received: 2011-11-01  
Accepted: 2011-12-15

安徽医科大学第一附属医院骨科, 安徽省合肥市 230032

薄冉★, 男, 1987年生, 山东省邹城市人, 汉族, 安徽医科大学在读硕士, 主要从事脊柱外科研究。  
br19875@163.com

通讯作者: 杨庆国, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 安徽医科大学第一附属医院脊柱外科, 安徽省合肥市 230022  
yqgyly@126.com

中图分类号:R318  
文献标识码:A  
文章编号:1673-8225  
(2012)24-04413-04

收稿日期: 2011-11-01  
修回日期: 2011-12-15  
(20110925002/GW·L)

高度的丧失、椎间盘突出和椎体后方结构应力的增加, 加速了退变进程<sup>[4]</sup>。退变时终板发生结构重塑以适应致僵硬失去缓冲能力<sup>[5]</sup>。

近年来, 关于软骨终板形态改变与椎间盘退变及椎间盘突出关系研究较少, 本文致力于对单纯椎间盘突出及椎间盘退行性变与软骨终板形态改变的研究, 以期得出椎间盘退变与终板形态的关系, 并引起临床医生的重视。

## 1 对象和方法

**设计:** 回顾性病例分析。

**时间及地点:** 于2010-03/2011-07在安徽医科大学第一附属医院完成。

**对象:**

**椎间盘退变诊断标准:** 慢性下腰痛而无神经根症状, 经6个月保守治疗后症状无明显改善, MRI检查提示髓核结构不均一, 髓核信号较脑脊液低, 髓核与椎间盘界限不清或不伴有椎间隙塌陷。

**髓核突出诊断标准:** 患者因主诉下肢神经根型症状, 并且MRI矢状位图像提示有髓核向椎管内突出的形成的软组织块影, 与椎间盘蒂状相连。

**椎间盘退变与髓核突出患者:**

**纳入标准:** ①符合椎间盘退变诊断标准者与符合髓核突出诊断标准者。②退变节段为1个或2个。

**排除标准:** ①腰椎肿瘤及下肢关节炎等非腰椎退行性变所致疾病者。②脊柱畸形患者, 包括腰椎滑脱、腰椎侧凸、腰椎压缩骨折。

选择于安徽医科大学第一附属医院就诊并行腰椎MRI检查患者141例, 分为两组: 椎间盘退变组( $n=62$ ), 其中男30例, 女32例, 年龄( $43.6\pm 8.0$ )岁; 单纯髓核突出组( $n=79$ ), 其中男38例, 女41例, 年龄( $41.5\pm 12.0$ )岁。患者对实验均知情同意。

**方法:** 所有患者的MRI成像采用GE signa 1.5T超导型磁共振仪, 常规做T1、T2加权及横向T2加权像, 层厚4.0 mm, 层距0.4 mm。椎间盘退变分级采用Pfirrmann分级<sup>[6]</sup>, 于MRI正中矢状位T2W1图像测得。

**Pfirrmann 椎间盘退变分级:**

分级	髓核结构	髓核与纤维环界限	髓核信号强度	椎间隙高度
I	均一, 亮白	清晰	高(与脑脊液相当)	正常
II	不均, 可有水平带	清晰	高(与脑脊液相当)	正常
III	不均, 灰	不清	中	轻度降低
IV	不均, 灰到黑	丢失	中到低	中度降低
V	不均, 黑	丢失	低	椎间隙塌陷

根据MRI正中矢状位T1W1图像将终板形态分为凹陷型、平坦型、不规则型, 具体方法为沿终板正中矢状位像于椎体前后缘画一直线, 如直线与终板边缘间有椎间盘组织定义为凹陷型(图1a), 直线与终板边缘重合定义为平坦型(图1b), 直线外有突起或赘生物定义为不规则型(图1c)。

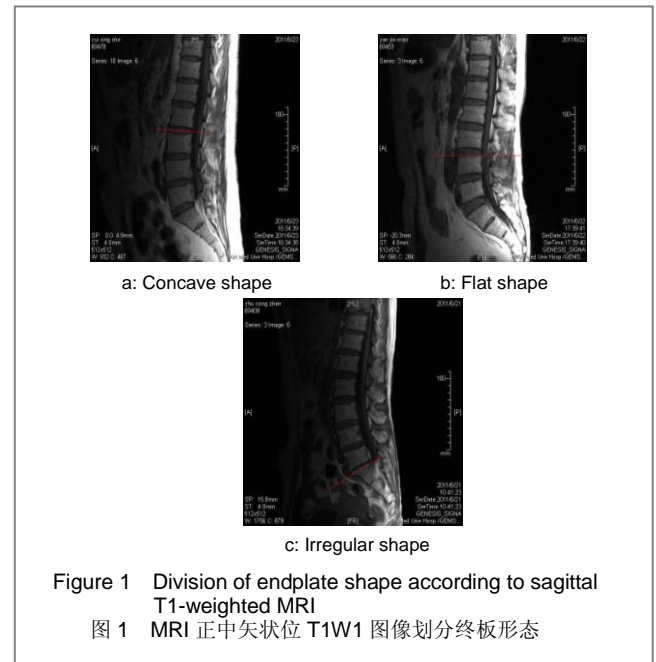


Figure 1 Division of endplate shape according to sagittal T1-weighted MRI

图1 MRI正中矢状位T1W1图像划分终板形态

同一节段上下位终板出现两种不同形态, 以偏离凹陷型终板的终板形态为标准, 如上位或下位终板为凹陷型, 下位或上位终板为平坦型或不规则型, 则定义该节段终板为平坦型或不规则型, 如上位或下位终板为平坦型或不规则型, 下位或上位终板为不规则型或平坦型, 则定义为不规则型<sup>[7]</sup>。本实验由3名经专业培训的脊柱外科医师完成, 分别测量后取平均值。

**主要观察指标:** 两组患者L<sub>1</sub>~S<sub>1</sub>共5个节段软骨终板形态及椎间盘退变程度分级。

**统计学分析:** 采用SPSS13.0进行分析, 两组患者年龄间比较采用t检验, 组内比较采用非参数秩和检验, 组间比较采用的是Nemenyi检验。

## 2 结果

**2.1 参与者数量分析** 141例患者资料均进入结果分析。

**2.2 两组基线资料比较** 两组性别比例、年龄差异无显著性意义, 具有可比性。

**2.3 两组患者MRI正中矢状位图像分析结果** 两组共测量705个脊柱节段, 每个节段软骨终板形态分布见表

1, 2。

表 1 椎间盘退变组不同节段终板形态分布  
Table 1 Distribution of endplate shape at different segments of the disc degeneration group (n)

Endplate shape	L <sub>1/2</sub>	L <sub>2/3</sub>	L <sub>3/4</sub>	L <sub>4/5</sub>	L <sub>5/S<sub>1</sub></sub>
Concave shape	36	53	49	40	5
Flat shape	21	6	9	16	43
Irregular shape	5	3	4	6	14

表 2 髓核突出组不同节段终板形态分布  
Table 2 Distribution of endplate shape at different segments of the herniated nucleus pulposus group (n)

Endplate shape	L <sub>1/2</sub>	L <sub>2/3</sub>	L <sub>3/4</sub>	L <sub>4/5</sub>	L <sub>5/S<sub>1</sub></sub>
Concave shape	65	71	68	57	9
Flat shape	11	7	9	16	57
Irregular shape	3	1	2	6	13

凹陷型终板最为常见, 其中椎间盘退变组共 183 个, 髓核突出组共 270 个, 尤其是在 L<sub>1/2</sub>~L<sub>4/5</sub>。平坦型终板比例由 L<sub>2/3</sub> 至 L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 逐渐增加, 两组中 L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 节段平坦型终板所占比例最高, 其中椎间盘退变组占 69.3%, 髓核突出组占 67.1%。总体上来说不规则型终板是少见的, 其中椎间盘退变组共 32 个, 髓核突出组共 25 个, 且最常见于 L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 节段(椎间盘退变组 14 个, 髓核突出组 13 个)。除了 L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 节段外, L<sub>1/2</sub> 节段平坦型与不规则型终板所占比例高于其他腰椎节段。

2.4 不同终板形态间椎间盘平均退变程度非参数秩和检验比较结果 见表 3。

表 3 不同终板形态椎间盘平均退变程度组内及组间比较  
Table 3 Intragroup and intergroup comparison of the mean level of disc degeneration with different endplate shapes

Endplate shape	Mean degree of disc degeneration		P
	Disc degeneration group	Herniated nucleus pulposus group	
Concave shape	2.40	2.43	0.825
Flat shape	3.07	3.22	0.021
Irregular shape	3.84	3.52	0.064
Concave shape vs. flat shape	< 0.001	< 0.001	
Concave shape vs. irregular shape	< 0.001	< 0.001	
Flat shape vs. irregular shape	< 0.001	< 0.001	

两组中凹陷型终板平均椎间盘退变程度均较平坦型、不规则型低, 平坦型终板平均椎间盘退变程度较不规则型低。两组间进行比较时, 凹陷型与不规则型两组间椎间盘平均退变程度差异均无显著性意义, 而平坦型之间髓核突出组较椎间盘退变组平均椎间盘退变程度高。

### 3 讨论

以往研究证明多种内环境因素共同作用引发椎间盘退变, 最重要的机制为椎间盘软骨终板的退变, 这是因为椎间盘发挥生理功能的物质基础(包括水、胶原、蛋白多糖等的生物化学成分)的营养通道是由软骨终板提供的。因此当软骨终板发生退变, 椎间盘营养供应的障碍, 其生化成分发生变化, 从而导致椎间盘退变<sup>[8-9]</sup>。关于软骨终板的研究, 以往大多集中于尸体标本实测、普通 CT 扫描、测量终板横断面面积等方法, 关于终板矢状位描述目前国内报道较少。Sharma 等<sup>[10]</sup>通过 MRI 横断面研究得出在椎间盘退变前终板已发生破坏, 并伴有纤维环的径向撕裂。Harrington、顾洪生等<sup>[11-12]</sup>通过 CT 重建技术对软骨终板横断面研究发现, 椎间盘软骨终板的形态与椎间盘突出症密切相关。国内陈之清等<sup>[13]</sup>通过测量终板凹陷角得出结论: 椎间盘退变时伴随着终板的平坦化, 而且其平坦化程度与椎间盘退变程度有关。王飞等<sup>[14]</sup>分析了退变椎间盘与软骨形态关系的资料, 但不包括未退变椎间盘。

生物力学研究表明, 正常椎间盘传递的应力主要作用于终板中央, 而椎间盘退变时, 由于髓核流体静力学性质逐渐消失, 作用于终板上的应力由终板中央转移向外周, 致使隆起的外周终板及下方的松质骨于长期高应力作用下发生吸收和重建, 这种过程使椎体周边高度逐渐丢失, 椎体终板矢状径逐渐增大, 最终导致椎体终板凹陷角增大, 终板趋向于平坦<sup>[15-16]</sup>。Shirado 等<sup>[17]</sup>经实验证明当轴向加载时, 椎体最大压力集中在终板中央和其下椎体松质骨的中部, 会造成超过极限压力时终板中央区破裂, 髓核突入椎体骨松质内形成许莫结节, 这是终板矢状位上呈不规则形态的重要原因。

本实验的目的为探讨软骨终板形态与髓核突出及椎间盘退变的关系并指导临床工作。通过本实验可以得出结论: 在腰椎中凹陷型终板是最常见的, 由于骶骨终板平坦的形态, L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 节段平坦型终板所占比例最高, 这是骶骨终板中最常见的解剖学变异。随着椎间盘退变程度的加重, 软骨终板由凹陷型向平坦型及不规则型转变, 由于下腰椎承受应力较大, 故随着节段的下移, 平坦型及不规则型终板所含比例逐渐增高。当终板应力由中央向边缘转移时, 终板形态表现为趋于平坦型; 当终板突破压力极限值时, 终板可形成许莫结节或赘生物, 其形态常表现为不规则型。由于髓核突出时伴有纤维环破裂, 影像学表现为退变程度较重, 故同为平坦型终板, 髓核突出组较椎间盘退变组椎间盘退变程度重。

慢性下腰痛是最常见的影响人类生存质量和劳动能力的骨骼肌肉疾患<sup>[18]</sup>, Manchilkanti等<sup>[19]</sup>统计认为成人中约有15%长期受到慢性下腰痛的困扰, 其中椎间盘性下腰痛最为常见, 约占40%<sup>[20]</sup>。近年来动态固定及非融合技术为治疗椎间盘性下腰痛及髓核突出的新方向, 人工髓核置换更是在国内外得到广泛推广<sup>[21-22]</sup>。理想的髓核置换可以保留椎体生理状态下的活动度, 使压力通过椎间盘得到充分缓冲, Bertagnoli等<sup>[23]</sup>通过实验得出人工髓核置换应尽量要求终板形态为凹陷型, 以方便假体牢固嵌入, 而因终板微骨折或致不规则终板为髓核置换的禁忌证。虽然随着新型假体的设计, 平坦型终板已不再是髓核置换的绝对禁忌证, 但因其较大程度改变了正常脊椎的生理形态和生物学机制, 远期有椎间隙高度丢失、假关节形成、相邻节段应力集中、加速相邻节段椎间盘的退变等不良并发症<sup>[24]</sup>, 故临床实践中对平坦型终板髓核置换应谨慎行之。

本实验的不足之处为回顾性研究, 资料收集难免有缺陷, 未分析椎间高度及责任椎间盘与软骨终板形态的关系, 但本实验的意义为探究两组不同临床表现患者终板形态与椎间盘退变的关系, 并能指导髓核置换等临床工作, 希望能得到广大骨科医师的重视。

#### 4 参考文献

- [1] Kuga N, Kawabuchi M. Histology of intervertebral disc protrusion: an experimental study using an aged rat model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(17):E379-384.
- [2] Grant JP, Oxland TR, Dvorak MF. Mapping the structural properties of the lumbosacral vertebral end plates. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(8):889-896.
- [3] van der Houwen EB, Baron P, Veldhuizen AG, et al. Geometry of the Intervertebral volume and vertebral endplates of the human spine. *Ann Biomed Eng*. 2010; 38(1):33-40.
- [4] Gamradt SC, Wang JC. Lumbar disc arthroplasty. *Spine J*. 2005;5(1):95-103.
- [5] 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 Orthop Res*. 2002;20(5):1115-1120.
- [6] Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1873-1878.
- [7] 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. *Spine J*. 2007;7(1):32-38.
- [8] Kang JD, Georgeseu HI, McIntyre-Larkin L, et al. Herniated cervical intervertebral discs spontaneously produce matrix metalloproteinases, nitric oxide, interleukin-6, and prostaglandin E2. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(22):2373-2378.
- [9] Langrana NA, Kale SP, Edwards WT, et al. Measurement and analyses of the effects of adjacent end plate curvatures on vertebral stresses. *Spine J*. 2006;6(3):267-278.
- [10] Sharma A, Parsons M, Pilgram T. Temporal interactions of degenerative changes in individual components of the lumbar intervertebral discs: a sequential MRI study in patients less than forty years of age. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(21):1794-1800.
- [11] Harrington J Jr, Sungarian A, Rogg J, et al. The relation between vertebral endplate shape and lumbar disc herniations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:2133-2138.
- [12] Gu HS, Zhou WY, Li ZY. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(50):9497-9500.  
顾洪生, 周文钰, 李振宇. 椎体终板形态与腰椎间盘突出关系的临床研究[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(50):9497-9500.
- [13] Chen ZQ, Chen QX, Li FC, et al. Zhongguo Gushing. 2004; 17(7):397-399.  
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):397-399.
- [14] Wan F, Jiang JM, Wang FL, et al. Zhongguo Linchuang Jiepouxue Zazhi. 2010;28(3):299-302.  
王飞, 江建明, 王凤龙, 等. 腰椎退行性变终板形态影像学表现及临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2010, 28(3):299-302.
- [15] Lee YP, Ghofrani H. A retrospective review of long anterior fusions to the sacrum. *Spine J*. 2011;11:290-294.
- [16] Silva MJ, Keaveny TM, Hayes WC. Load sharing between the shell and centrum in the lumbar vertebral body. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22:140-150.
- [17] Shirado O, Kaneda K, Adano S, et al. Influence of disc degeneration on mechanism of thoraco lumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992; 17:286.
- [18] Altinel L, Köse KC, Ergun V, et al. The prevalence of low back pain and risk factors among adult population in Afyon region, Turkey. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2008;42:328-333.
- [19] Manchikanti L, Singh V, Datta S, et al. Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. *Pain Physician*. 2009;12(4):E35.
- [20] Schwarzer AC, Apill CN, Derby R, et al. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(17):1878-1883.
- [21] Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M, et al. Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(15):1701-1707.
- [22] Grob D. Lumbar total disc replacement. *Orthopade*. 2009; 38(1):93-101.
- [23] Bertagnoli R, Schonmayr R. Surgical and clinical results with the PDN prosthetic disc-nucleus device. *Eur Spine J*. 2002; 11(Suppl.2):S143-148.
- [24] Wang H, Xu DQ, Hu JA, et al. Three-dimensional finite element analysis of the zygapophyseal joints following artificial lumbar disc replacement. *J Clin Rehabil Tissue Eng Res*. 2010;14(26):4915-4918.

来自本文课题的更多信息——

**作者贡献:** 第一作者与通讯作者进行实验设计, 实验实施为第一、三、四作者, 实验评估为第五作者, 资料收集为第一、三、四作者, 第一作者成文, 第二作者审核, 第二作者对文章负责。