

临床论著

高位腰椎间盘突出症患者脊柱-骨盆矢状面形态的影像学分析

李松¹, 孙旭¹, 陈曦², 陈忠辉¹, 徐亮¹, 朱泽章¹, 王斌¹, 邱勇¹

(1 南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科; 2 南京医科大学鼓楼临床医学院 210008 南京市)

【摘要】目的:评估高位腰椎间盘突出症(upper lumbar disc herniation, ULDH)患者的脊柱-骨盆矢状面形态影像学表现,探讨脊柱-骨盆矢状面形态在 ULDH 发病机制中的意义。**方法:**选取 2007 年 1 月~2016 年 12 月行手术治疗的 29 例 ULDH 患者,其中 L1/2 椎间盘突出 9 例, L2/3 椎间盘突出 16 例, L1/2 和 L2/3 双节段椎间盘突出 4 例;正常无椎间盘突出志愿者 58 例为对照组。ULDH 组年龄 20~56 岁,女 10 例,男 19 例;对照组年龄 22~56 岁,女 21 例,男 37 例。两组的年龄、性别、体重指数比较均无统计学差异($P>0.05$)。在站立位全脊柱正侧位 X 线片上测量两组的脊柱-骨盆矢状面形态学参数,包括骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)、胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、胸腰段后凸角(thoracolumbar junctional angle, TLJ)、矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA);ULDH 组测量突出节段椎间盘前、后缘高度和椎间盘角度,对照组测量 L1/2、L2/3 椎间盘;观察两组是否存在滑脱及椎体楔形变,测量滑脱距离及楔形变角度。根据矢状面形态进行 Roussouly 分型并比较两组间脊柱-骨盆矢状面参数和 Roussouly 分型结果。**结果:**ULDH 组的 PI、PT、SS 和 LL 分别为 $36.0^{\circ}\pm 8.8^{\circ}$ 、 $12.5^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$ 、 $23.4^{\circ}\pm 9.6^{\circ}$ 、 $36.1^{\circ}\pm 9.1^{\circ}$,明显低于对照组的 $43.6^{\circ}\pm 8.6^{\circ}$ 、 $15.4^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$ 、 $28.0^{\circ}\pm 9.1^{\circ}$ 、 $48.1^{\circ}\pm 9.0^{\circ}$ (P 均 <0.05);ULDH 组的 TK、TLJ 和 SVA 分别为 $33.3^{\circ}\pm 11.0^{\circ}$ 、 $17.0^{\circ}\pm 6.6^{\circ}$ 、 $5.6\pm 20.1\text{mm}$,明显高于对照组的 $26.7^{\circ}\pm 12.1^{\circ}$ 、 $6.2^{\circ}\pm 5.8^{\circ}$ 、 $-18.2\pm 16.6\text{mm}$ (P 均 <0.05)。ULDH 组的 L1/2 椎间盘前、后缘高度分别为 $6.1\pm 1.9\text{mm}$ 和 $5.1\pm 2.1\text{mm}$,明显低于对照组的 $9.7\pm 1.8\text{mm}$ 和 $8.5\pm 2.4\text{mm}$ ($P<0.05$);L2/3 椎间盘前、后缘高度分别为 $7.1\pm 2.1\text{mm}$ 和 $5.1\pm 2.7\text{mm}$,明显低于对照组的 $9.5\pm 1.9\text{mm}$ 和 $8.3\pm 2.6\text{mm}$ ($P<0.05$)。ULDH 组 L1/2 和 L2/3 椎间盘角度分别为 $4.9^{\circ}\pm 3.0^{\circ}$ 和 $5.2^{\circ}\pm 2.9^{\circ}$,明显高于对照组的 $3.2^{\circ}\pm 2.7^{\circ}$ 和 $3.1^{\circ}\pm 2.6^{\circ}$ ($P<0.05$)。ULDH 组中后滑脱患者 10 例(34.5%),明显高于对照组(0%) ($P<0.05$)。ULDH 组后滑脱距离 $5.3\pm 1.9\text{mm}$,24 例(82.8%)椎间盘突出节段邻近椎体存在明显楔形变($8.7^{\circ}\pm 2.4^{\circ}$);而对照组仅 2 例(3.4%)存在腰段椎体楔形变,比例明显低于 ULDH 组($P<0.05$)。ULDH 组 Roussouly 分型 I、II、III、IV 型所占比例分别为 48.3%、31.0%、17.3%和 3.4%,对照组分别为 10.3%、46.6%、32.8%和 10.3%,其中 I 型在 ULDH 组所占比例明显高于对照组($P<0.05$),其余分型在两组间无显著性差异($P>0.05$)。**结论:**ULDH 患者以 Roussouly 分型 I 型居多,PI 较低,且较正常人群相应节段椎间盘高度显著降低、椎间隙角度增加。

【关键词】高位腰椎间盘突出症;骨盆入射角;腰椎前凸角;Roussouly 分型

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.06.10

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-06-0532-07

Radiological analysis of sagittal spino-pelvic alignment in patients with upper lumbar disc herniation/LI Song, SUN Xu, CHEN Xi, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(6): 532-538

【Abstract】 Objectives: To analyze the sagittal spino-pelvic alignment and its clinical relevance with upper lumbar disc herniation(ULDH). **Methods:** A total of 29 ULDH patients and 58 normal volunteers from January 2007 to January 2017 were included in this study. Disc herniation was identified in 9 patients at L1/2 level, in 16 patients at L2/3 level, and in 4 patients at both L1/2 and L2/3 level. ULDH group contained 29 patients(10 females, 19 males), aged 20-56 years. Control group consisted of 58 volunteers (21 females, 37

基金项目:国家自然科学基金青年项目(编号:81401848)

第一作者简介:男(1991-),硕士研究生在读,研究方向:脊柱外科

电话:(025)83304616-12 E-mail:nice mercy@163.com

通讯作者:孙旭 E-mail:drsunchu@163.com

males), aged 22–56 years. No differences were found between two groups in terms of age, gender and BMI. Spino–pelvic parameters including pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), sacral slope(SS), thoracic kyphosis(TK), lumbar lordosis(LL), thoracolumbar junctional angle(TLJ) and sagittal vertical axis(SVA) were obtained. From the standing lateral X–ray films of spine, disc angle, vertebral wedging angle, anterior and posterior disc height, slippage distance were measured. At the same time, distributions of Roussouly classification in all patients were determined. Spino–pelvic parameters between two groups were compared via independent *t* test. **Results:** The PI, PT, SS and LL in ULDH group were $36.0^{\circ}\pm 8.8^{\circ}$, $12.5^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$, $23.4^{\circ}\pm 9.6^{\circ}$ and $36.1^{\circ}\pm 9.1^{\circ}$ respectively, which were significantly lower than those in the control group($43.6^{\circ}\pm 8.6^{\circ}$, $15.4^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$, $28.0^{\circ}\pm 9.1^{\circ}$ and $48.1^{\circ}\pm 9.0^{\circ}$ respectively, $P<0.05$). However, TK, TLJ and SVA were $33.3^{\circ}\pm 11.0^{\circ}$, $17.0^{\circ}\pm 6.6^{\circ}$ and $5.6\pm 20.1\text{mm}$ respectively, which were significantly higher than those in the control group ($26.7^{\circ}\pm 12.1^{\circ}$, $6.2^{\circ}\pm 5.8^{\circ}$ and $-18.2\pm 16.6\text{mm}$ respectively, $P<0.05$). In ULDH group, anterior and posterior height of L1/2 disc were $6.1\pm 1.9\text{mm}$ and $5.1\pm 2.1\text{mm}$ respectively, which were significantly lower than those in the control group ($9.7\pm 1.8\text{mm}$ and $8.5\pm 2.4\text{mm}$ respectively, $P<0.05$). Similarly, anterior and posterior height of L2/3 disc were $7.1\pm 2.1\text{mm}$ and $5.1\pm 2.7\text{mm}$ respectively, which were significantly lower than those in the control group($9.5\pm 1.9\text{mm}$ and $8.3\pm 2.6\text{mm}$ respectively, $P<0.05$). In ULDH group, disc angle at L1/2 and L2/3 was $4.9^{\circ}\pm 3.0^{\circ}$ and $5.2^{\circ}\pm 2.9^{\circ}$ respectively, which was significantly higher than that in the control group ($3.2^{\circ}\pm 2.7^{\circ}$ and $3.1^{\circ}\pm 2.6^{\circ}$, $P<0.05$). Retrolisthesis was observed in 10 patients(34.5%) in ULDH group, which was significantly higher than that in the control group(0%)($P<0.05$). Slippage distance was $5.3\pm 1.9\text{mm}$ in ULDH group. Vertebral wedging was more frequently noted in ULDH group(24/29) than in the control group(2/58)($P<0.05$). In ULDH group, the distribution from Roussouly type I to IV was 48.3%, 31.0%, 17.3% and 3.4% respectively; while in control group, it 10.3%, 46.6%, 32.8% and 10.3% respectively. The distribution of type I in ULDH group was significantly higher than that in control group($P<0.05$), while no significant differences were found in other types between the two groups ($P>0.05$). **Conclusions:** ULDH patients have a distinct spino–pelvic alignment characterized by a low PI and a high distribution of Roussouly type I. Besides, the decrease of disc height and increase of disc angle were significant in ULDH patients when compared with the controls.

[Key words] Upper lumbar disc herniation; Pelvic incidence; Lumbar lordosis; Roussouly classification

[Author's address] Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School,

Nanjing, 210008, China

高位腰椎间盘突出症 (upper lumbar disc herniation, ULDH) 是指 L1/2 或 L2/3 腰椎间盘突出症, 虽在全部节段的腰椎间盘突出症中仅占 5%^[1,2], 但是可引起严重的脊髓压迫或马尾综合征等^[3]。文献中报道 ULDH 以体力劳动者、40~50 岁多见, 年轻者多为外伤所致^[4], 但其发病机理尚不清楚。近年来的研究发现, 脊柱–骨盆矢状面形态在腰椎退变性疾病发病中起重要作用, 骨盆入射角 (pelvic incidence, PI) 为其中的核心参数^[5-9]。根据 Roussouly 分型^[5], 高 PI (Ⅲ型和Ⅳ型) 是下腰椎退变性前滑脱的一个诱发因素, 这是因为在腰椎–骨盆交界处, 高 PI 决定了较大的骶骨倾斜角 (sacral slope, SS) 和腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL), 会使得在腰椎–骨盆交界处产生较大剪切力从而诱发滑脱^[10-14]。而在低 PI (Ⅰ型和Ⅱ型) 患者, 滑脱椎体多发生于高位腰椎, 且多为后滑脱^[15]。在这部分病例中, 由于患者特殊的矢状面形态, 会增

加腰椎间盘突出退变的风险, 故大多数上腰椎后滑脱患者伴有 ULDH。这些发现提示异常的脊柱–骨盆矢状面形态可能在 ULDH 发病机理中起到重要作用。迄今鲜有专门针对脊柱–骨盆矢状面参数在 ULDH 的发病机制中作用的研究。近期针对 ULDH 的研究或为总结该病的临床诊断思路^[16], 或为评估不同手术策略的疗效^[17]。本研究回顾性分析 ULDH 患者的影像学资料, 旨在评估其脊柱–骨盆矢状面形态影像学表现, 探讨脊柱–骨盆矢状面形态在 ULDH 发病机制中的意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2007 年 1 月~2016 年 12 月在我院接受手术资料的 ULDH 病例。纳入标准: 所有 ULDH (累及节段包括 L1/2 和/或 L2/3 椎间盘水平^[1]) 患者均通过病史、体检及影像学检查 (MRI、CT) 明确诊断; 年龄 ≥ 18 岁; 术前有站立位全脊柱

侧位 X 线片。排除标准:既往有脊柱手术或创伤史;多节段(多于 2 个节段)椎间盘突出病变;合并脊柱其他疾病(包括腰椎前滑脱、肿瘤、结核、感染、侧凸或后凸畸形、代谢性骨病等)。

共纳入 29 例,男 19 例,女 10 例,年龄 20~56 岁(40.8±10.4 岁)。L1/2 椎间盘突出 9 例,L2/3 16 例,L1/2 和 L2/3 双节段 4 例。其中 15 例患者表现为明显腰背部疼痛,16 例有下肢疼痛或麻木不适,12 例存在单侧膝反射减弱,10 例存在双侧膝反射减弱,10 例存在双下肢肌力降低,2 例存在性功能障碍及排尿、排便困难。同时以 1:2 比例选取年龄匹配、无背痛且自愿接受站立位全脊柱 X 线片检查的 58 例成年人作为对照组,均通过详细病史追问、体检及 X 线、CT 或 MRI 检查排除潜在的腰椎间盘突出症、腰椎前滑脱、腰椎管狭窄、腰椎骨折、腰椎肿瘤或感染等疾患,其中男 37 例,女 21 例;年龄 22~56 岁(39.6±11.0 岁)。

1.2 影像学测量指标

均在站立位全脊柱正侧位 X 线片(包含双侧股骨头)上测量脊柱矢状面参数、骨盆参数及局部参数。由同一名研究人员对两组的上述矢状面脊柱-骨盆参数进行两次测量,以两次测量结果的均值表示。

1.2.1 脊柱-骨盆矢状面参数 (1)胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK): T5 上终板和 T12 下终板切线的夹角;(2)LL: L1、S1 椎体上终板切线的夹角;(3)矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA): 经 C7 椎体中心所作的铅垂线与 S1 后上缘的水平距离,若铅垂线位于 S1 后上缘前方,则为正值,反之为负值;(4)胸腰段后凸角(thoracolumbar junctional angle, TLJ): T10 上终板和 L2 下终板切线的夹角;(5)骨盆入射角(pelvic incidence, PI): 骶骨终板中点与双侧股骨头中心所连直线与 S1 上终板垂线形成的夹角;(6)SS: 骶骨上终板切线与水平线之间的夹角;(7)骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT): 骶骨终板中点与双侧股骨头中心所连直线与水平垂线形成的夹角。

1.2.2 局部参数 (1)椎间盘前缘高度: 突出节段上位椎体前缘下角到下位椎体上终板的垂直距离。(2)后缘高度: 突出节段下位椎体后缘上角到上位椎体下终板的垂直距离;(3)椎间盘角度: 病变节段上位椎体下终板和下位椎体上终板之间的夹角,开口向前为正值,开口向后为负值。(4)观察

两组中是否存在后滑脱(滑脱距离≥3mm),并测量后滑脱距离: 滑脱椎体下终板后缘距离尾侧椎体上终板后缘的垂直距离。(5)椎体楔形变角度: 胸腰段椎体楔形变(≥5°)椎体上终板和下终板之间的夹角^[18]。上述参数(1)、(2)和(3)ULDH 组测量突出节段椎间盘,对照组则测量 L1/2、L2/3 椎间盘。

1.2.3 脊柱骨盆-矢状面分型 根据上述测量结果,应用 Roussouly 分型^[9]方法对两组脊柱-骨盆矢状面形态进行分型。I 型: SS<35°,腰椎前凸顶点位于 L5 椎体中心,腰椎前凸几乎由近段弧构成,胸腰段后凸增加;II 型: SS<35°,腰椎前凸顶点高于 I 型,常在 L4 基底水平,前凸远端弧度小,脊柱整体前凸和后凸角度较小;III 型: SS 介于 35°~45°,前凸顶点位置较高,位于 L4 椎体中心,组成远端弧度的椎体数量增加,脊柱前凸与后凸的拐点位于胸腰椎连接处;IV 型: SS>45°,腰椎前凸的顶点位于 L3 基底甚至更高,腰椎前凸弧长度和曲率明显增加。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 18.0 统计软件对数据进行统计学处理。经正态性检验,对服从或近似服从正态分布的数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用独立样本 *t* 检验对 ULDH 组与正常对照组的各项矢状面参数之间进行比较。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料

两组的一般资料比较见表 1,ULDH 组的平均年龄、平均体重指数及性别比与对照组比较均无显著性差异(*P*>0.05)。

2.2 影像学测量结果

两组的脊柱-骨盆矢状面参数见表 2 和图 1,ULDH 组的 PI、PT、SS 和 LL 均明显低于对照组

表 1 ULDH 患者和对照组的一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of general information between

	two groups	
	ULDH 组 (n=29) ULDH group	对照组 (n=58) Control group
年龄 (岁) Age (yr)	40.8±10.4 (20~56)	39.6±11.0 (22~56)
性别 (女/男) Gender (female/male)	10/19	21/37
体重指数 (kg/m ²) BMI	24.8±2.8	23.9±3.2

($P<0.05$), 而 TK、TLJ 和 SVA 均明显高于对照组 ($P<0.05$)。两组的局部参数表 3, ULDH 组 L1/2、L2/3 椎间盘前缘高度和后缘高度均明显低于对照组 ($P<0.05$), 而 ULDH 组 L1/2 和 L2/3 椎间盘

角度明显高于对照组 ($P<0.05$)。

两组的 Roussouly 分型结果见表 4。ULDH 组中 I 型、II 型、III 型和 IV 型所占比例分别为 48.3%、31%、17.3% 和 3.4%, 对照组中分别为 10.3%、46.6%、32.8% 和 10.3%。其中 I 型在 ULDH 组所占比例明显高于对照组 ($P<0.05$), 而其余分型在两组间无显著性差异 ($P>0.05$)。ULDH 组中, 24 例 (82.8%) 患者椎间盘突出节段邻近椎体 (共 29 个椎体) 存在明显楔形变 ($8.7^\circ\pm 2.4^\circ$)、10 例 (34.5%) 存在后滑脱 (表 5), 后滑脱距离为 $5.3\pm 1.9\text{mm}$ 。对照组中, 2 例 (3.4%) 腰段椎体 (1 例 L1, 1 例 L2) 楔形变, 无后滑脱者。 ($P<0.05$)。ULDH 组椎间盘突出节段邻近椎体楔形变、后滑脱的比例明显高于对照组 ($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 ULDH 患者脊柱-骨盆矢状面形态特征

本研究发现, ULDH 患者的脊柱-骨盆矢状面显著特征是 PI 较小, 同时伴有 SVA 增大。既往研究^[19]表明, PI 能充分反映骨盆后旋的代偿能力, 即 PI 对骨盆旋后的能力存在限制作用; 高 PI 人群的

表 2 ULDH 患者和对照组的脊柱-骨盆参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of spino-pelvic parameters between

	two groups	
	ULDH 组 (n=29) ULDH group	对照组 (n=58) Control group
骨盆入射角 ($^\circ$) Pelvic incidence	$36.0\pm 8.8^{\text{①}}$	43.6 ± 8.6
骨盆倾斜角 ($^\circ$) Pelvic tilt	$12.5\pm 6.7^{\text{①}}$	15.4 ± 6.7
骶骨倾斜角 ($^\circ$) Sacral slope	$23.4\pm 9.6^{\text{①}}$	28.0 ± 9.1
胸椎后凸角 ($^\circ$) Thoracic kyphosis	$33.3\pm 11.0^{\text{①}}$	26.7 ± 12.1
腰椎前凸角 ($^\circ$) Lumbar lordosis	$36.1\pm 9.1^{\text{①}}$	48.1 ± 9.0
矢状面平衡 (mm) Sagittal vertical axis	$5.6\pm 20.1^{\text{①}}$	-18.2 ± 16.6
胸腰段后凸角 ($^\circ$) Thoracolumbar junctional angle	$17.0\pm 6.6^{\text{①}}$	6.2 ± 5.8

注: ①与对照组较 $P<0.05$

Note: ①Compared with control group, $P<0.05$

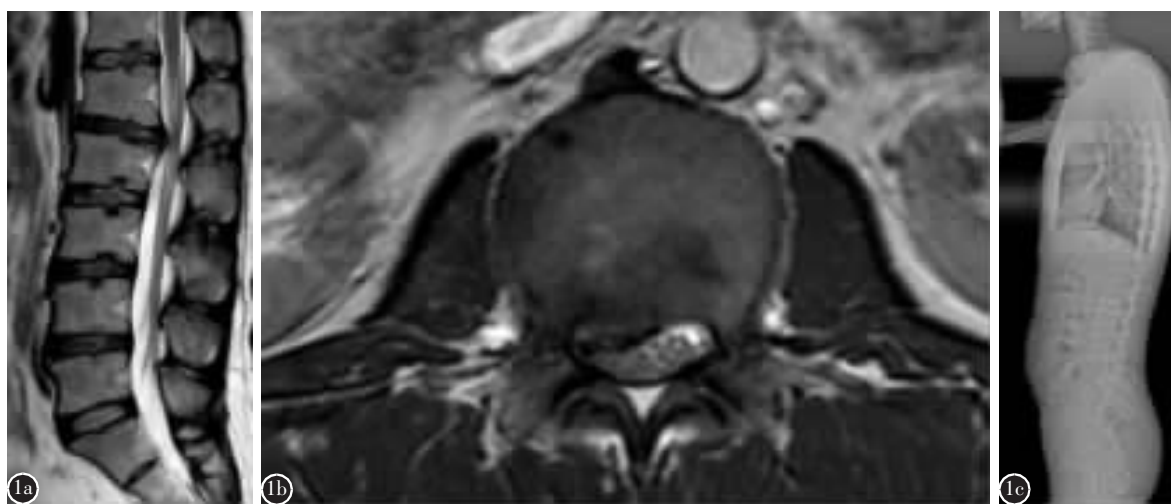


图 1 患者男, 38 岁, L1/2 椎间盘突出 a 矢状面 MRI 示 L1/2 椎间盘突出 b L1/2 水平横断面 MRI 示椎间盘突出 c 侧位全脊柱 X 线片, 为 Roussouly II 型, 脊柱-骨盆矢状面参数: 骨盆入射角 (PI)= 34.6° , 骨盆倾斜角 (PT)= 12.3° , 骶骨倾斜角 (SS)= 22.3° , 胸椎后凸角 (TK)= 18.3° , 腰椎前凸角 (LL)= 38.6° , 矢状面平衡 (SVA)= 38.6mm , 胸腰段后凸角 (TLJ)= 15.3° , 椎间盘后缘高度=9.8mm, 椎间盘前缘高度=5mm, 椎间盘角度=4.3°, 椎体楔形变角度=9.7°

Figure 1 A 38 years old male was diagnosed with upper lumbar disc herniation at L1/2 level a MRI showed L1/2 disc herniation in the sagittal plane b MRI showed L1/2 disc herniation in the cross section c Roussouly classification: type II. The spino-pelvic parameters in lateral image were: pelvic incidence (PI), 34.6° ; pelvic tilt (PT), 12.3° ; sacral slope (SS), 22.3° ; thoracic kyphosis (TK), 18.3° ; lumbar lordosis (LL), 38.6° ; sagittal vertical axis (SVA), 38.6mm ; thoracolumbar junctional angle (TLJ), 15.3° ; anterior disc height, 9.8mm; posterior disc height, 5mm; disc angle, 4.3° ; vertebral wedging angle, 9.7°

表 3 ULDH 患者和对照组局部参数比较 ($\bar{x}\pm s$)
Table 3 Comparison of segmental parameters between two groups

	ULDH 组 (n=33) ULDH group	对照组 (n=58) Control group
椎间盘前缘高度 (mm) Anterior disc height		
L1/2	6.1±1.9 ^① (n=13)	9.7±1.8
L2/3	7.1±2.1 ^① (n=20)	9.5±1.9
椎间盘后缘高度 (mm) Posterior disc height		
L1/2	5.1±2.1 ^① (n=13)	8.5±2.4
L2/3	5.1±2.7 ^① (n=20)	8.3±2.6
椎间盘角度 (°) Disc angle		
L1/2	4.9±3.0 ^① (n=13)	3.2±2.7
L2/3	5.2±2.9 ^① (n=20)	3.1±2.6

注: ①与对照组比较 $P<0.05$
Note: ①Compared with control group, $P<0.05$

表 4 ULDH 患者和对照组的 Roussouly 分型分布
Table 4 Distribution of Roussouly classification in two groups

	ULDH 组 (n=29) ULDH group	对照组 (n=58) Control group
Roussouly I 型 Roussouly type I	14 (48.3%)	6 (10.3%)
Roussouly II 型 Roussouly type II	9 (31.0%)	27 (46.6%)
Roussouly III 型 Roussouly type III	5 (17.3%)	19 (32.8%)
Roussouly IV 型 Roussouly type IV	1 (3.4%)	6 (10.3%)

骨盆具有较大的前后径, 表现为一个大的水平骨盆, 在矢状面上股骨头位于 S1 上终板中点的前下方, SS 也相应较大; 与之相反的是, 低 PI 者骨盆前后径较短, 表现为垂直骨盆, 即在矢状面上股骨头位于 S1 上终板中点的下方, 其 SS 也相应较小, 使得通过骨盆后旋来代偿矢状面失衡的能力较低。因此, 低 PI 人群较正常 PI 者更容易出现矢状位失平衡^[19]。Barrey 等^[20]的研究表明, 成年低位腰椎间盘突出症患者 PI 处于正常范围或稍低, 同时胸椎后凸与腰椎前凸明显减小, 骶骨平台更趋向于水平化。然而, Bae 等^[21]对 24 例 ULDH 患者的脊柱-骨盆 X 线片进行了评估, 发现 ULDH 患者以低 PI (40.9°±8.3°) 为特征, 明显低于正常人群 (47.6°±9.8°), 同时 ULDH 患者的胸椎后凸明显增大, 腰椎前凸明显减小, 骶骨平台更趋向于水平化, 躯干较对照组相对前倾。本研究发现, ULDH 组 PI 显著小于对照组 ($P<0.001$), SS 和 LL 均显著小于对照组, 而 TK 和 SVA 明显大于对照组,

表 5 ULDH 组中椎体楔形变和椎体滑脱患者在各 Roussouly 分型中的分布
Table 5 Distribution of wedging vertebrae and retrolisthesis in ULDH group

	椎体楔形变患者 (n=24) Patients with vertebral wedging	椎体滑脱患者 (n=10) Patients with retrolisthesis
Roussouly I 型 Roussouly type I	14 (17 个椎体, 17 vertebrae)	7
T12	4 (4 个, 4 vertebrae)	0
L1	5 (5 个, 5 vertebrae)	4
L2	2 (2 个, 2 vertebrae)	3
L1 and L2	3 (6 个, 6 vertebrae)	
Roussouly II 型 Roussouly type II	9 (11 个椎体, 11 vertebrae)	3
T12	1 (1 个, 1 vertebra)	0
L1	5 (5 个, 5 vertebrae)	2
L2	1 (1 个, 1 vertebra)	1
L1 and L2	2 (4 个, 4 vertebrae)	
Roussouly III 型 Roussouly type III	1 (1 个椎体, 1 vertebra)	0
T12	0	0
L1	1 (1 个, 1 vertebra)	0
L2	0	0
Roussouly IV 型 Roussouly type IV	0	0

这些矢状面形态的异常改变与 Bae 等^[21]的研究结果一致, 表明 ULDH 患者具有特殊的脊柱-骨盆矢状面形态, 提示在成人 ULDH 患者中存在一定的代偿机制。与 ULDH 有相似之处的是休门氏病患者的 PI 也显著小于正常人群^[22]。既往研究^[23, 24]指出激素过度分泌、高体重、高 BMI 等会对休门氏病患者的脊柱、骨盆产生影响, 从而导致 PI 较低。另外 Jiang 等^[22]的研究发现休门氏病患者的 LL (56.3°±18.7°) 显著高于正常人群 (48.4°±11.0°)。与上述不同的是, 本研究 ULDH 患者 BMI 与对照无显著性差异, 同时 LL 明显小于对照组。说明两种疾病的发病机制可能存在差异。因此我们认为, 由于 PI 偏低, 在椎间盘节段性病变或者椎间盘高度的丢失导致 LL 减小的基础上, 骨盆后倾不足以代偿 LL 的丢失来保持矢状面平衡, 从而出现 TK 增加, 头部前伸, 躯干相对前倾的矢状面形态。

3.2 脊柱-骨盆矢状面形态在 ULDH 发病机制中的意义

Roussouly 等^[5]将脊柱-骨盆矢状位形态分为四种类型: I 型和 II 型骨盆 SS<35°, 其 PI 较低;

而Ⅲ型和Ⅳ型骨盆 $SS>35^\circ$, 其 PI 值较高。李危石等^[25]根据腰弯前凸顶点位置不同, 提出针对国人的脊柱-骨盆矢状面分型, 其Ⅰ型和Ⅱ型中骨盆 PI 均小于Ⅲ型和Ⅳ型, 与 Roussouly 分型类似。因 Roussouly 分型是国际认可的、通用的分型, 因此本研究使用 Roussouly 分型对纳入对象进行分析。

本研究中 ULDH 组 PI 明显低于对照组 ($P<0.001$), Roussouly Ⅰ型比例明显高于对照组; 后滑脱患者 10 例 (34.5%) 且滑脱距离达 $5.3\pm 1.9\text{mm}$ 。Ⅰ型中腰椎前凸顶点位于 L5 椎体中心, 腰椎前凸几乎由近段弧构成, 胸腰段后凸增加。基于这一形态学特征, 在胸腰段后凸和腰椎前凸这一应力过渡交界区域, 椎间盘倾斜增大, 表现为一定程度的楔形变, 因而会增加椎间盘退变的风险, 由于Ⅱ型中腰椎前凸顶点远端弧度小, 脊柱形态更趋向于直线排列, 因此腰椎间盘方向趋于水平化, 导致椎间盘的垂直应力增加, 同样易引起椎间盘早期退变的风险^[26]。近期 Xu 等^[18]对 ULDH 患者的研究指出 ULDH 患者突出节段邻近椎体存在楔形变, 78.8% (33 例中有 26 例) 的患者存在这一特征, 所有楔形变椎体在突出节段以上, 作者推测由于椎体楔形变所产生的剪切力以及压力可能加速高位腰椎节段邻近椎间盘的退变。本研究发现 82.8% (29 例中有 24 例) 的患者椎间盘突出节段邻近椎体存在楔形变现象, 楔形变椎体均存在于突出节段近端, 进一步验证了 Xu 等^[18]的研究结果。然而 Xu 等的研究并未对 ULDH 患者进行 Roussouly 分型, 本研究则弥补了此点, 发现楔形变椎体主要分布于 Roussouly Ⅰ型和Ⅱ型患者。这些结果表明 ULDH 患者存在异常的脊柱-骨盆矢状面形态, 且可能与上述现象有一定相关性。另外本研究中 ULDH 组胸腰段后凸角 ($17.0^\circ\pm 6.6^\circ$) 明显大于对照组, 由于椎体楔形变出现在突出椎间盘邻近节段, 这些椎体位于胸腰段 (T10-L2) 区域, 因此不难理解, 椎体楔形变对胸腰段后凸角的组成有很大的贡献。同时本研究还发现 ULDH 突出节段椎间盘前后缘高度丢失, 椎间盘楔形变角度较对照组大。以上结果提示 ULDH 患者异常脊柱-骨盆矢状面形态 (Roussouly Ⅰ型和Ⅱ型) 可能对其椎间盘退变以及邻近椎体楔形变产生一定影响。

本研究 ULDH 组中Ⅰ型患者比例明显高于

对照组。既往研究指出 PI 较低 (Ⅰ型和Ⅱ型) 者更易出现后滑脱^[15, 19, 27]。Jeon 等^[15]对 269 例退变性滑脱患者的脊柱-骨盆 X 线片进行了评估, 其中包括 106 例单纯腰椎后滑脱患者, 结果表明单纯腰椎后滑脱患者组的 PI 显著小于单纯性前滑脱和混合性滑脱 (前滑脱和后滑脱均存在) 患者组 ($P<0.001$), 并且主要存在于高位腰椎。本研究也发现 ULDH 组后滑脱主要存在于高位腰椎 (L1 和/或 L2), 发生率较高 (29 例中 10 例存在腰椎后滑脱), 与上述研究结果一致。但是本研究对照组中未见后滑脱, 不能排除病例数较少对结果的影响。Jeon 等^[27]进一步研究证实在退变性腰椎疾病患者中, 后滑脱是一种代偿机制, 是为了代偿因矢状面失平衡产生的重心轴前移。本研究发现虽然 ULDH 组的 SVA 明显高于对照组 ($5.6\pm 20.1\text{mm}$ 比 $-18.2\pm 16.6\text{mm}$, $P<0.001$), 但是总体上并未出现矢状面失平衡的现象, 可能是由于本研究中产生后滑脱的 ULDH 患者由于 LL 减小, 骨盆旋后和 TK 增大不足以维持矢状面平衡, 从而通过后滑脱代偿以维持矢状面平衡。

本研究的局限性首先在于病例数较少, 但由于本研究中心总体病例基数大, 因此具有一定的代表性。其次本组中未纳入症状较轻或无症状的人群, 具有一定的偏倚, 但本组对象均为症状严重而需行手术治疗者, 对于临床具有更高的参考价值。

综上所述, ULDH 脊柱-骨盆患者存在特殊的矢状面形态, 以 Roussouly 分型Ⅰ型居多, 较低的 PI 可能在 ULDH 发病机理及产生后滑脱的过程中起到重要作用。

4 参考文献

1. Sanderson SP, Houten J, Errico T, et al. The unique characteristics of "upper" lumbar disc herniations[J]. Neurosurgery, 2004, 55(2): 385-389; discussion 389.
2. Albert TJ, Balderston RA, Heller JG, et al. Upper lumbar disc herniations[J]. J Spinal Disord, 1993, 6(4): 351-359.
3. Pasztor E, Szarvas I. Herniation of the upper lumbar discs[J]. Neurosurg Rev, 1981, 4(3): 151-157.
4. 刘鹏, 李英普, 林野, 等. 高位腰椎间盘突出症手术策略[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2009, 24(1): 74-75.
5. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(3): 346-353.

6. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis[J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(4): 415–422.
7. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(8): 785–791.
8. Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(17): 1828–1833.
9. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves[J]. *Eur Spine J*, 1998, 7(2): 99–103.
10. Schuller S, Charles YP, Steib JP. Sagittal spinopelvic alignment and body mass index in patients with degenerative spondylolisthesis[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(5): 713–719.
11. Liu H, Li S, Zheng Z, et al. Pelvic retroversion is the key protective mechanism of L4–5 degenerative spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(6): 1204–1211.
12. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2004, 29(18): 2049–2054.
13. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. The importance of spino-pelvic balance in L5–s1 developmental spondylolisthesis: a review of pertinent radiologic measurements[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2005, 30(6 Suppl): S27–34.
14. Funao H, Tsuji T, Hosogane N, et al. Comparative study of spinopelvic sagittal alignment between patients with and without degenerative spondylolisthesis[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(11): 2181–2187.
15. Jeon CH, Park JU, Chung NS, et al. Degenerative retrolisthesis: is it a compensatory mechanism for sagittal imbalance [J]. *Bone Joint J*, 2013, 95–B(9): 1244–1249.
16. Kido T, Okuyama K, Chiba M, et al. Clinical diagnosis of upper lumbar disc herniation: pain and/or numbness distribution are more useful for appropriate level diagnosis [J]. *J Orthop Sci*, 2016, 21(4): 419–424.
17. Kim DS, Lee JK, Jang JW, et al. Clinical features and treatments of upper lumbar disc herniations [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2010, 48(2): 119–124.
18. Xu JX, Yang SD, Wang BL, et al. Correlative analyses of isolated upper lumbar disc herniation and adjacent wedge-shaped vertebrae[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(1): 1150–1155.
19. Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(11): 1824–1836.
20. Barrey C, Jund J, Noseda O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases: a comparative study about 85 cases[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9): 1459–1467.
21. Bae J, Lee SH, Shin SH, et al. Radiological analysis of upper lumbar disc herniation and spinopelvic sagittal alignment [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(5): 1382–1388.
22. Jiang L, Qiu Y, Xu L, et al. Sagittal spinopelvic alignment in adolescents associated with Scheuermann's kyphosis: a comparison with normal population[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(7): 1420–1426.
23. Aufdermaur M. Juvenile kyphosis(Scheuermann's disease): radiography, histology, and pathogenesis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1981, 154: 166–174.
24. Fotiadis E, Kenanidis E, Samoladas E, et al. Scheuermann's disease: focus on weight and height role [J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(5): 673–678.
25. 李危石, 孙卓然, 陈仲强. 正常脊柱-骨盆矢状位参数的影像学研究[J]. *中华骨科杂志*, 2013, 33(5): 447–453.
26. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(Suppl 5): 609–618.
27. Jeon I, Kim SW. Retrolisthesis as a compensatory mechanism in degenerative lumbar spine [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 57(3): 178–184.

(收稿日期:2017-03-23 末次修回日期:2017-06-02)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)