

临床论著

骨盆入射角对成人腰骶部峡部裂滑脱程度和矢状面形态的影响

周庆双¹, 陈曦¹, 李松², 徐亮², 杜长志¹, 孙旭¹, 朱泽章¹, 王斌¹, 邱勇¹

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

【摘要】目的:探讨成人腰骶部低度峡部裂性滑脱患者骨盆入射角(pelvic incidence, PI)分布情况及其对滑脱程度和脊柱骨矢状面形态的影响。**方法:**回顾性分析 2012 年 1 月~2017 年 8 月在我院就诊的 Meyerding 分型 I~II 度腰骶部峡部裂性滑脱患者的临床资料。按照 SDSC 滑脱分型中 PI 分组标准分为低 PI 组 (PI<45°)、中 PI 组 (45°~60°) 和高 PI 组 (PI>60°)。测量的参数包括滑脱率、椎间隙高度、骨盆入射角、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)、腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、上腰椎前凸角、下腰椎前凸角、胸椎后凸角、矢状面垂直距离(sagittal vertical axis, SVA), 同时计算腰椎前凸分布指数(lordosis distribution index, LDI=下腰椎前凸角/LL)、PT/PI。采用单样本 K-S 检验本组患者 PI 分布情况, 采用单因素方差分析比较三组之间影像学参数的差异, 采用 Pearson 相关性分析 PI 与其他参数的关系。**结果:**共 153 例患者纳入本研究, 其中男 50 例、女 103 例, 年龄 51.7±10.4 岁(31~71 岁)。腰骶部峡部裂性滑脱患者 PI 呈正态分布($P=0.20$), 均值为 59.9°±10.5°, 低、中和高 PI 组分别有 12(8%)、67(44%) 和 74(48%) 例。低 PI 组滑脱率明显低于中 PI 组和高 PI 组 ($P<0.001$), 而高 PI 组 L5/S1 椎间隙高度明显低于其余两组 ($P<0.05$)。低 PI 组 PT、SS、PT/PI、LL、上腰椎前凸角、下腰椎前凸角均显著低于中 PI 组和高 PI 组 ($P<0.01$); 而 LDI 明显高于中 PI 组和高 PI 组 ($P=0.001$)。高 PI 组 SVA 明显高于低 PI 组和中 PI 组 ($P<0.05$)。Pearson 相关性分析发现 PI 与滑脱率、PT、SS、PT/PI、LL、上腰椎前凸角、下腰椎前凸角、SVA 成正相关, 与 LDI 呈负相关 ($P<0.05$)。**结论:**成人腰骶部低度峡部裂性滑脱患者 PI 呈正态分布, 低 PI 患者滑脱程度较轻, 高 PI 患者腰骶部椎间隙塌陷、滑脱程度重, 骨盆后旋导致下腰椎前凸丢失。

【关键词】腰骶部峡部裂性滑脱; 骨盆入射角; 滑脱程度; 矢状面形态

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.01.06

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-01-0034-07

The influence of pelvic incidence on slip degree and sagittal spino-pelvic alignment of adult lumbosacral isthmic spondylolisthesis/ZHOU Qingshuang, CHEN Xi, LI Song, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(1): 34-40

【Abstract】 Objectives: To evaluate the distribution of pelvic incidence (PI) and its influence on sagittal alignment of lumbosacral isthmic spondylolisthesis (IS). **Methods:** The consecutive lumbosacral IS patients (Meyerding grade I or II) between January 2012 and August 2017 were retrospectively reviewed. According to SDSC slippage PI grouping standard, the enrolled patients were divided into the low PI group (PI<45°), the normal PI group (45°~60°) and the high PI group (PI>60°). Parameters were measured, including slip percentage, disc height, pelvic incidence, pelvic tilt (PT), sacral slope (SS), lumbar lordosis (LL), lower lumbar lordosis, upper lumbar lordosis, thoracic kyphosis, sagittal vertical axis (SVA). Meanwhile, lordosis distribution index (LDI=lower lumbar lordosis/LL) and PT/PI were calculated. The above parameters were compared among groups. **Results:** Totally, 153 patients (50 males and 103 females) were enrolled, with a mean age of 51.7±10.4 years (range, 31-71 years). The PI of cohort had a normal distribution ($P=0.20$) and the mean PI was 59.9°±10.5°. There were 12(8%), 67(44%) and 74(48%) patients assigned in the low PI, normal PI and high PI group respectively. The slip degree of low PI group was significantly lower than that of normal PI group

基金项目: 国家自然科学基金(项目编号: 81772422); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目 (KYCX17-1277)

第一作者简介: 男(1993-), 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (025)83304616-12 E-mail: zqs2017121221@126.com

通讯作者: 邱勇 E-mail: scoliosis2002@sina.com

and high PI group ($P<0.001$). The L5/S1 disc height of high PI group was higher than that of the other two groups ($P<0.05$). PI, PT, SS, PT/PI, LL, lower lumbar lordosis, upper lumbar lordosis in low PI group were statistically lower than that of normal PI group and high PI group ($P<0.01$). However, LDI of low PI group was significantly higher than that of normal PI and high PI group ($P=0.001$). Meanwhile, SVA of high PI group was higher than that of the other two groups ($P<0.05$). Positive correlations were found between PI and slip percentage, PT, SS, PT/PI, LL, upper lumbar lordosis, lower lumbar lordosis and SVA, and negative correlations were noted between PI and LDI ($P<0.05$). **Conclusions:** The PI of lumbarsacral low-grade IS was normally distributed. The slip degree of lumbarsacral isthmic spondylolisthesis is positively correlated with PI. Patients with low PI have mild degree of spondylolisthesis. Patients with high PI have severe degree of spondylolisthesis and remarkable disc collapse, as well as pelvic retroversion.

【Key words】 Lumbosacral isthmic spondylolisthesis; Pelvic incidence; Slip degree; Sagittal balance

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital Clinical College of Nanjing Medical University, Nanjing, 210008, China

峡部裂性滑脱(isthmic spondylolysis, IS)是指椎体后方椎弓峡部断裂导致邻近椎体之间发生滑移,常伴椎管狭窄和神经根受压,临床中以腰骶部 IS 最为常见^[1-2]。IS 发生的原因复杂,包括遗传因素、峡部发育异常、重体力劳动以及脊柱骨盆矢状面形态异常等^[3-6]。腰骶部 IS 患者矢状面形态异常以及生物力学机制是研究的热点之一,其中骨盆入射角(pelvic incidence, PI)是决定脊柱骨盆矢状面的基本参数^[7,8]。文献报道 PI 与 IS 的发生和进展密切相关,IS 患者与正常人相比 PI、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)以及腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)显著增大^[4,6,9-11]。但临床中发现部分 IS 患者 PI 较低,其脊柱矢状面形态尚不清楚^[11,12]。此外,IS 患者 PI 分布情况以及不同 PI 的 IS 患者矢状面形态学特征尚不明确。本研究回顾性分析我院就诊的腰骶部 IS 患者脊柱骨盆矢状面形态,探讨腰骶部 IS 患者 PI 分布情况,并分析不同 PI 对腰骶部滑脱相关参数及脊柱骨盆矢状面形态相关参数的影响。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析于 2012 年 1 月~2017 年 8 月在我院就诊的腰椎滑脱患者的临床资料。纳入标准:(1)年龄 ≥ 30 岁;(2)Meyerding 分级 I~II 度腰骶部峡部裂性滑脱患者;(3)有完整影像学(术前站立位全脊柱正侧位片、腰椎左右斜位片,腰椎 CT 平扫+三维重建、腰椎 MRI 平扫)及临床资料。排除标准:(1)发育性滑脱;(2)多节段峡部裂或滑脱;(3)既往脊柱手术或创伤史;(4)合并脊柱其他

疾病(包括结核、肿瘤、感染、脊柱侧弯和代谢性骨病等)。共有 153 例患者纳入本研究,其中男 50 例,女 103 例,年龄 51.7 ± 10.4 岁(31~74 岁),男、女之间年龄无统计学差异($P>0.05$)。I 度滑脱 83 例,II 度滑脱 70 例。

1.2 影像学测量指标

所有患者常规行站立位全脊柱正侧位片检查。用 Surgimap Spine 软件(Version:1.1.2.293, Nemaris Inc, New York)在站立位全脊柱侧位片测量计算以下参数。所有指标由 1 名脊柱外科医师独立完成,连续测量 3 次后取平均值。

1.2.1 脊柱-骨盆参数测量(图 1a) (1)PI:S1 上终板中垂线和两侧股骨头中心连线中点与 S1 上终板中点连线的夹角;(2)PT:S1 上终板中点与双侧股骨头中心连线中点连线与水平垂线所形成的夹角;(3)SS:S1 上终板与水平线的夹角,SS=PI-PT;(4)LL:L1 上终板切线与 S1 上终板切线的夹角,以腰椎前凸为正;(5)下腰椎前凸角:L4 上终板切线与 S1 上终板切线的夹角,同时计算腰椎前凸分布指数^[13](lordosis distribution index, LDI):LDI=下腰椎前凸角/LL;(6)上腰椎前凸角:L1 上终板切线与 L4 上终板切线的夹角,上腰椎前凸角=LL-下腰椎前凸角;(7)胸椎后凸角:T5 上终板切线与 T12 下终板切线之间的夹角,后凸记为正值;(8)矢状面垂直距离(sagittal vertical axis, SVA):C7 铅垂线与 S1 后上角之间的水平距离,以 C7 铅垂线落在骶骨后上角前方为正。

1.2.2 滑脱参数测量(图 1b) (1)滑脱率:L5 下终板后下角到 S1 上终板后缘的垂直距离/S1 上终板距离 $\times 100\%$;(2)椎间隙成角:L5 下终板与 S1

上终板所成角,前凸记为正值;(3)椎间隙高度:(S1 前上角到 L5 下缘的距离+L5 后下角到 S1 上缘的距离)/2。

1.3 患者分组

参考 SDSG 腰骶部滑脱分型标准中 PI 的划分^[12,14],将纳入本研究的所有患者分为三组:(1)低 PI 组:PI<45°(图 2a);(2)中 PI 组:45°~60°(图 2b);(3)高 PI 组:PI>60°(图 2c)。

1.4 统计分析

采用 SPSS 20.0 统计软件(SPSS 公司,美国)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。采用单样本 K-S 检验本组 PI 分布情况,通过单因素方差分析比较三组之间影像学参数的差异。若方差分析结果显示三组之间有统计学意义,则通过 SNK

法将影像学参数进行组内两两比较。通过 Pearson 相关性分析 PI 与其他脊柱-骨盆参数的相关性, $P<0.05$ 有统计学意义。

2 结果

本组患者 PI 呈正态分布 ($P=0.20$)(图 3),范围 33.8°~89.6°(平均 $59.9 \pm 10.5^\circ$)。低、中和高 PI 组分别有 12 例 (8%)、67 例 (44%) 和 74 例 (48%),三组患者年龄无统计学差异 ($P>0.05$)。各组患者性别情况见表 1,低 PI 组男性患者比例明显高于女性,而高 PI 组女性患者比例明显高于男性 ($P<0.05$)。各组男性和女性患者 PI 值见表 2,男性患者 PI 明显低于女性患者,且中 PI 组和大 PI 组中男性患者 PI 明显低于女性患者 ($P<0.05$)。

各组滑脱参数和脊柱骨盆测量结果见表 3。

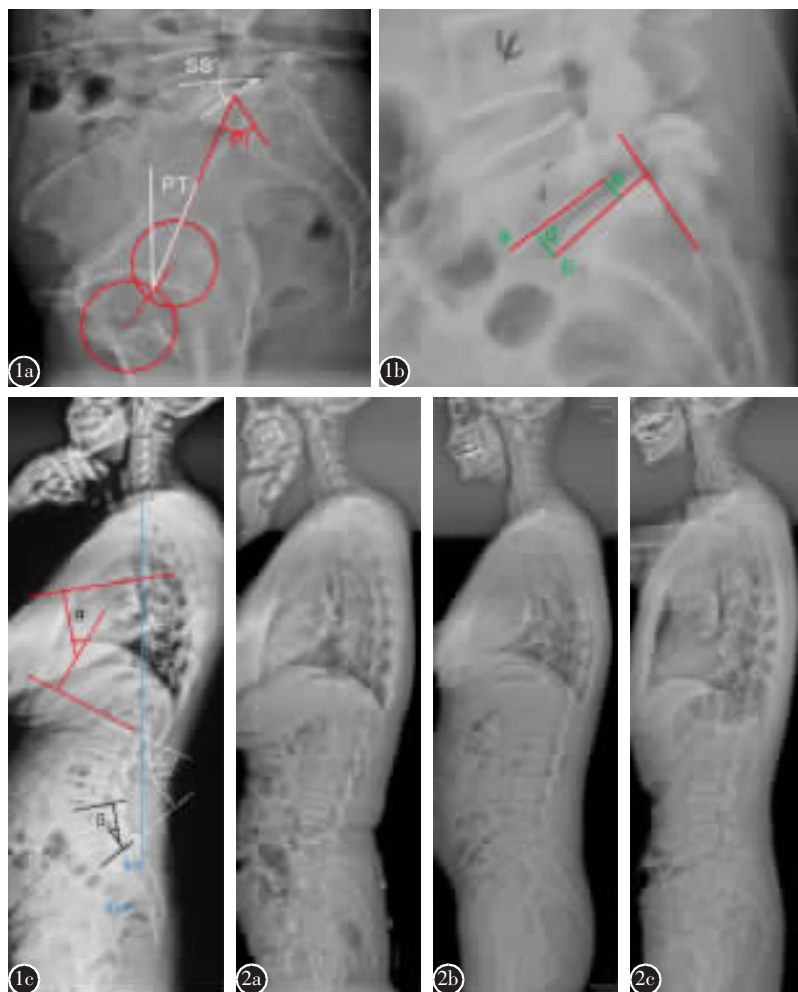


图 1 测量指标 **a** 骨盆参数:骨盆入射角(PI),骨盆倾斜角(PT),骶骨倾斜角(SS) **b** 滑脱参数:椎间隙成角(a 与 b 之间夹角),滑脱率(滑脱椎体距下方椎体后缘距离 c/下方椎体上终板距离 b×100%),椎间隙高度(椎间隙后方高度 e/2+椎间隙前方高度 d/2) **c** 矢状面参数:腰椎前凸角(LL),下腰椎前凸角($\angle\beta$),胸椎后凸角($\angle\alpha$),矢状面垂直距(SVA) **图 2** 低、中、高 PI 峡部裂性滑脱患者病例示意图 **a** 患者女,59 岁,PI=38.6°,PT=6.9°,PT/PI=0.18,LL=46.0°,LDI=0.88 **b** 患者女,40 岁,PI=54.1°,PT=14.2°,PT/PI=0.26,LL=58.7°,LDI=0.77 **c** 患者女,60 岁,PI=76.2°,PT=25.6°,PT/PI=0.34,LL=69.6°,LDI=0.51

Figure 1 Measurement **a** Pelvic parameters: pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), sacral slope(SS) **b** Slip parameters: slip angle(the angle between line a and line b), slip degree(line c/line b ×100%), disc height(line e/2+line d/2) **c** Sagittal parameters: lumbar lordosis(LL), lower lumbar lordosis($\angle\beta$), thoracic kyphosis ($\angle\alpha$), sagittal vertical axis (SVA) **Figure 2** Illustrative

spino-pelvic alignment of three subjects with isthmus spondylolisthesis **a** A 59-year-old female with PI=38.6°, PT=6.9°, PT/PI=0.18, LL=46.0°, LDI=0.88 **b** A 40-year-old female with PI= 54.1°, PT=14.2°, PT/PI=0.26, LL=58.7°, LDI=0.77 **c** A 60-year-old female with PI=76.2°, PT=25.6°, PT/PI=0.34, LL=69.6°, LDI=0.51

与中 PI 组和高 PI 组相比,低 PI 组滑脱率较低 ($P<0.001$);而高 PI 组 L5/S1 椎间隙高度明显低于其余两组 ($P<0.05$)。高 PI 组 PT、SS、PT/PI、LL、上腰椎前凸角、下腰椎前凸角以及 SVA 显著高于中 PI 组和高 PI 组 ($P<0.001$),而 LDI 低于中 PI 组和低 PI 组 ($P=0.001$)。三组患者之间 L5/S1 椎间隙成角以及胸椎后凸角无统计学差异 ($P>0.05$)。

PI 与其他影像学参数相关性见表 4。PI 与滑脱率、PT、SS、PT/PI、LL、上腰椎前凸角、下腰椎前凸角、SVA 呈正相关,与 LDI 呈负相关 ($P<0.05$)。

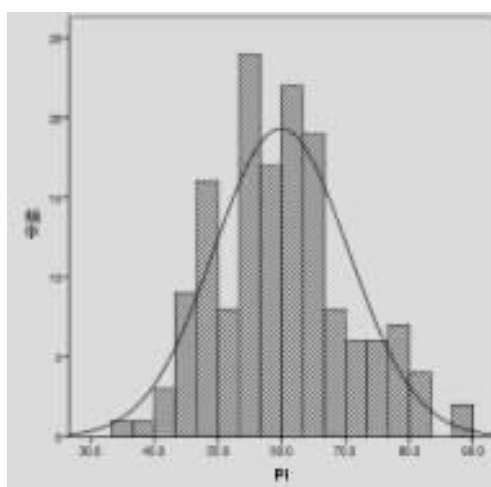


图 3 腰骶部峡部裂性滑脱患者 PI 分布情况 ($P=0.20$)

Figure 3 Distribution in patients with PI of lumbosacral isthmic spondylolisthesis was normally distributed

3 讨论

3.1 腰骶部峡部裂性滑脱患者 PI 分布情况

本研究发现成人低度腰骶部峡部裂性滑脱患者 PI 呈正态分布,平均为 $59.9^{\circ}\pm 10.5^{\circ}$ 。而 Zhu 等^[7]对 260 例中国正常成人脊柱骨盆矢状面参数测量后发现 PI 为 $44.6^{\circ}\pm 11.2^{\circ}$ 。这些结果表明发生峡部裂性滑脱患者 PI 明显高于正常人。这与文献中报道的腰骶部峡部裂性滑脱患者 PI 值大于正常对照组的研究结论相一致^[1,6,10,11]。PI 较大时 SS 同样较大,此时骶骨较为水平,导致腰骶部在长期的屈

表 1 各组患者性别分布情况

Table 1 Gender distribution in three groups

		低 PI 组 Low PI group	中 PI 组 Normal PI group	高 PI 组 High PI group
男 (%) Male	50	8 (16)	29 (58)	13 (26)
女 (%) Female	103	4 (3.9)	38 (36.9)	61 (59.2)
全部 (%) All	153	12 (8)	67 (44)	74 (48)

表 2 各组患者不同性别 PI 值

Table 2 PI values of male and female in three groups

	全部 All (n=153)	低 PI 组 Low PI group (n=12)	中 PI 组 Normal PI group (n=67)	高 PI 组 High PI group (n=74)
全部 All	59.9±10.5	42.2±3.2	52.6±4.0	68.7±8.0
男 Male	54.3±8.4 ^①	41.4±3.6	50.6±6.1 ^①	64.9±3.8 ^①
女 Female	62.6±10.4	43.8±0.83	53.2±4.8	69.2±7.6

注:①与女性组比较 $P<0.05$

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

表 3 各组患者滑脱参数和脊柱骨盆参数测量结果

Table 3 Comparison of pelvic and spinal sagittal parameters among three groups

	全部 (n=153) All	低 PI 组 (n=12) Low PI group	中 PI 组 (n=67) Normal PI group	高 PI 组 (n=74) High PI group
L5/S1 椎间隙成角 (°) L5/S1 slip angle	10.0±7.7	12.5±5.9	11.0±7.6	8.7±7.8
L5/S1 滑脱率 (%) L5/S1 slip percentage	24.1±11.0	14.1±8.1 ^{①②}	22.1±9.7 ^②	27.5±11.1
L5/S1 椎间隙高度 (mm) The disc height of L5/S1	8.8±2.6	9.8±2.8 ^②	9.2±2.4 ^②	8.2±2.6
骨盆倾斜角 (°) Pelvic tilt	17.2±7.5	10.2±4.3 ^{①②}	14.5±5.9 ^②	20.9±7.3
骶骨倾斜角 (°) Sacral slop	42.6±7.9	32.0±4.8 ^{①②}	39.1±6.1 ^②	47.6±6.2
骨盆倾斜/骨盆入射角 Pelvic tilt/pelvic incidence	0.29±0.10	0.23±0.10 ^②	0.27±0.11 ^②	0.31±0.09
腰椎前凸角 (°) Lumbar lordosis	57.4±10.7	45.8±8.9 ^{①②}	53.5±9.2 ^②	62.7±9.3
下腰椎前凸角 (°) Lower lumbar lordosis	39.9±8.2	34.9±6.9 ^②	38.8±7.1 ^②	41.6±9.0
上腰椎前凸角 (°) Upper lumbar lordosis	17.5±8.6	10.90±7.08 ^②	14.7±6.8 ^②	21.1±8.8
腰椎前凸分布指数 Lordosis distribution index	0.70±0.13	0.77±0.12 ^②	0.73±0.12 ^②	0.67±0.13
胸椎后凸角 (°) Thoracic kyphosis	26.2±8.7	23.2±8.7	27.06±8.9	26.0±8.5
矢状面垂直距离 (mm) Sagittal vertical axis	6.8±30.5	-7.9±24.3 ^②	3.6±34.9 ^②	16.0±24.2

注:①与中 PI 组比较 $P<0.05$;②与高 PI 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with normal PI group, $P<0.05$; ②Compared with high PI group, $P<0.05$

表 4 PI 与其他参数 Pearson 相关性
Table 4 Pearson analysis of correlation between PI and other parameters

	<i>r</i>	<i>P</i>
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	0.32	0.000
骨盆倾斜角(°) Pelvic tilt	0.67	0.000
骶骨倾斜角(°) Sacral slop	0.73	0.000
骨盆倾斜/骨盆入射角 Pelvic tilt/pelvic incidence	0.28	0.000
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	0.59	0.000
上腰椎前凸角(°) Upper lumbar lordosis	0.50	0.000
下腰椎前凸角(°) Lower lumbar lordosis	0.26	0.001
腰椎前凸分布指数 lordosis distribution index	-0.33	0.000
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	0.003	0.967
矢状面垂直距离(mm) Sagittal vertical axis	0.182	0.024

伸活动中承受向前下方的剪切力大大增加,使得原本薄弱的椎弓根峡部易于发生疲劳骨折,即“剪切效应”^[1,12]。Sterba 等^[15]通过构建腰骶部峡部裂有限元模型模拟人体不同状态下的站立位姿势腰骶部应力以及剪切力的变化,结果证实了腰骶部应力随 PI 和 SS 增大而增大,椎体后方关节突关节应力以及腰骶部剪切力的明显增大,“剪切效应”对峡部裂的发生有重要作用。此外,本研究发现有 12 例(8%)发生峡部裂性滑脱患者 PI 较低(PI<45°)。Roussouly 等^[16]通过对 160 例正常人群研究认为 PI 较低时 SS 同样较小,腰椎前凸顶点位置较低,腰骶部处于腰椎前凸上下弧的交界区。人体在活动过程中 L4 下关节突和 S1 上关节突长期对 L5 椎体峡部挤压,导致 L5 椎弓峡部发生断裂,即“胡桃夹效应”^[1,12]。Sterba 等^[15]研究中代表峡部裂的三种模型 PI 均较高(分别为 49°、58°和 72°),从而忽视了“胡桃夹效应”在低 PI 峡部裂性滑脱发生中的作用。此外,本研究还发现男性峡部裂性滑脱患者 PI 显著低于女性患者,且低 PI 组男性患者比例明显高于女性,而女性患者高 PI 比例明显高于男性患者,提示“胡桃夹效应”在男性峡部裂性滑脱发生中起重要作用,而“剪切效应”在女性峡部裂性滑脱发生中起更重要作用。

3.2 不同 PI 对腰骶部峡部裂性滑脱程度的影响

本研究发现不同大小 PI 的腰骶部崩裂性滑脱患者滑脱程度不同,低 PI 峡部裂性滑脱患者滑脱程度明显较轻,PI 与滑脱率成正相关($r=0.32$, $P<0.001$)。Roussouly 等^[1]将 82 例低度峡部裂性滑脱患者与 160 例正常对照组进行对比,发现较大的 PI 与峡部裂的发生及滑脱的进展密切相关。何守玉等^[11]将 60 例峡部裂性滑脱患者按照滑脱百分比分组比较,发现滑脱率 $\geq 30\%$ 的患者 PI 显著高于滑脱率 $<30\%$ 的患者,滑脱率与 PI 成正相关($r=0.537$, $P<0.001$)。这是因为 PI 较高时 SS 通常较大,此时腰骶部承受向前下方的剪切力明显增大,导致椎体后方峡部发生断裂后椎体向前下方滑移风险大大增加^[1,15]。Ramakrishna 等^[17]通过构建正常腰椎椎间盘模型与不同类型的椎间盘退变模型并进行对比,研究发现峡部裂性滑脱患者腰骶部应力明显增加、椎间盘退变严重。腰骶部发生峡部裂导致椎体之间连续性破坏,此时限制椎体的滑移主要依靠椎间盘,而椎间盘抵抗向前剪切力的能力主要依赖椎间盘膨胀应力产生的拉伸应变^[1,18]。L5/S1 作为脊柱最下方的活动单元,反复的异常应力将加速椎间盘髓核水分的丢失,导致椎间盘退化严重、拉伸应变的能力减低,椎间盘抵抗向前下方的剪切力能力显著降低^[18]。此时,椎体周围韧带松弛、椎体活动度加大,导致椎体之间失稳,椎体向前下方滑移的风险明显增加^[19]。Sterba 等^[15]的生物力学试验研究证明了峡部裂患者腰骶部应力较大,且高 PI 峡部裂性滑脱患者腰骶部应力明显更高,这将进一步加重椎间盘的退变。此外,滑脱节段椎体有向前下方旋转的趋势导致了腰骶部椎间隙前凸角变小,而高 PI 峡部裂患者骨盆后旋代偿进一步导致腰骶部椎间隙前凸角变小,从而导致在椎间盘前方应力集中、椎间盘退变程度严重^[20-22]。此理论基础也得到了临床研究的证实,张奎渤等^[23]将 79 例腰骶部轻度峡部裂性滑脱患者根据 PI 值和滑脱程度分组比较椎间盘退变程度,发现高 PI 组以及滑脱 $>25\%$ 组腰骶部椎间盘退变程度更严重,PI 与腰骶部椎间盘退变、滑脱进展密切相关,PI 较低时椎间盘退变程度较轻、滑脱进展的风险较低,而高 PI 峡部裂患者椎间盘退变严重、滑脱进展风险较高。

3.3 不同 PI 对峡部裂性滑脱患者矢状面形态的影响

本研究结果证实了峡部裂性滑脱患者 PI 与

PT/SS 成正相关, 低 PI 组 PT/SS 显著低于中 PI 组和高 PI 组, 这与 $PI=PT+SS$ 的几何关系相一致。随着 PI 增高, 骨盆后旋代偿对于维持人体矢状面平衡有重要意义^[12,24]。Pourtaheri 等^[25]研究认为骨盆后旋代偿不仅对于维持人体矢状面平衡有重要作用, 而且增加椎管容积, 减轻患者神经压迫症状。Liu 等^[26]将滑脱患者与正常对照组对比, 发现骨盆后旋使椎体向前下方的剪切力减小, 是防止滑脱进展以及维持矢状面形态平衡的重要机制。此外, 本研究发现高 PI 组 LDI 明显低于中 PI 组和低 PI 组, PI 与 LDI 呈负相关。Zhu 等^[27]通过对 138 名正常成人测量后报道了下腰椎前凸指数为 0.71, 与本研究报道的峡部裂患者腰椎前凸指数 (0.70) 相比无明显差异, 而高 PI 组 LDI (0.67) 明显偏低。骨盆后旋代偿矢状位平衡的程度取决于 PI, PI 越大骨盆后旋的适应性越强, 此时骨盆后旋代偿使得骶骨上终板变得水平, 这主要导致下腰椎前凸不足而对上腰椎前凸无明显影响。腰骶部椎间隙塌陷、椎间隙成角的减小进一步导致下腰椎前凸不足。高 PI 患者 SVA 大于中 PI 和低 PI 患者, 可能与高 PI 组患者滑脱程度重、腰骶部椎间隙塌陷以及下腰椎前凸不足有关。

既往研究^[28,29]发现, 腰椎融合术后下肢疼痛、麻木的残余症状以及生活质量与矢状面形态密切相关。本研究结果提示高 PI 患者滑脱程度较重、L5/S1 椎间隙塌陷以及下腰椎前凸不足, 对此类患者行手术治疗时应充分松懈周围软组织以增加滑脱复位率、放入 cage 以恢复椎间隙高度以及重建下腰椎前凸角, 恢复患者正常矢状面形态以及降低邻椎病等并发症的发生率。

本研究的局限性在于: (1) 未评估 MRI 椎间盘退变程度与矢状面形态关系; (2) 未评估手术后脊柱矢状面形态。但本研究结果表明, 高 PI 峡部裂患者下腰椎前凸不足, 提示对高 PI 峡部性滑脱患者行手术治疗时注重对下腰椎前凸的重建。

综上所述, 成人腰骶部低度峡部裂性滑脱患者 PI 呈正态分布, 且 PI 与滑脱程度成正相关。低 PI 腰骶部峡部裂滑脱进展的风险较低, 高 PI 峡部裂性滑脱患者滑脱程度重。此外, 高 PI 峡部裂性滑脱患者腰骶部椎间隙塌陷、腰骶部椎间隙成角减小以及骨盆后旋代偿导致下腰椎前凸不足。

4 参考文献

1. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E. The sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmictolysis and low-grade spondylolisthesis [J]. Spine, 2006, 31 (21): 2484-2490.
2. Fredrickson B, Baker D, Mcholic W, et al. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis [J]. J Bone Joint Surg Am, 1984, 66(5): 699-707.
3. Ferrero E, Ould-Slimane M, Gille O, et al. Sagittal spinopelvic alignment in 654 degenerative spondylolisthesis [J]. Eur Spine J, 2015, 24(6): 1219-1227.
4. Ońska-Sudo KJ, Maciejczak A. Relationship between the spino-pelvic parameters and the slip grade in isthmictolysis [J]. Neurol Neurochir Pol, 2015, 49(6): 381-388.
5. Tebet MA. Current concepts on the sagittal balance and classification of spondylolysis and spondylolisthesis [J]. Rev Bras Ortop, 2014, 49(1): 3-12.
6. Oh YM, Choi HY, Eun JP. The comparison of sagittal spinopelvic parameters between young adult patients with L5 spondylolysis and age-matched control group [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2013, 54(3): 207-210.
7. Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal Alignment of Spine and Pelvis in Asymptomatic Adults [J]. Spine, 2014, 39(1): 1-6.
8. 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.
9. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E R, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study [J]. Spine, 2004, 28(19): 2049-2054.
10. Yin J, Peng BG, Li YC, et al. Differences of sagittal lumbosacral parameters between patients with lumbar spondylolysis and normal adults [J]. Chin Med J(Engl), 2016, 129(10): 1166-1170.
11. 何守玉, 朱锋, 邱勇, 等. 成人峡部裂性腰椎滑脱患者脊柱-骨盆矢状面参数变化及其临床意义 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(2): 109-115.
12. Labelle H, Mac-Thiong J, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification [J]. Euro Spine J, 2011, 20(5): 641-646.
13. Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, et al. Relative lumbar lordosis and lordosis distribution index: individualized pelvic incidence-based proportional parameters that quantify lumbar lordosis more precisely than the concept of pelvic incidence minus lumbar lordosis [J]. Neurosurg Focus, 2017, 43(6): E5.
14. Bao H, Yan P, Zhu W, et al. Validation and reliability analysis of the Spinal Deformity Study Group Classification for L5-S1 lumbar spondylolisthesis [J]. Spine, 2015, 40(21): 1150-1154.
15. Sterba M, Arnoux PJ, Labelle H, et al. Biomechanical analysis of spino-pelvic postural configurations in spondylolysis

- subjected to various sport-related dynamic loading conditions [J]. Eur Spine J, 2018, doi: 10.1007/s00586-018-5667-0. [Epub ahead of print].
16. 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, 2005, 30(3): 346-353.
17. Ramakrishna VAS, Chamoli U, Viglione LL, et al. Mild (not severe) disc degeneration is implicated in the progression of bilateral L5 spondylolysis to spondylolisthesis[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2018, 19(1): 1-11.
18. Luk KDK, Chow DHK, Holmes A. Vertical instability in spondylolisthesis: a traction radiographic assessment technique and the principle of management[J]. Spine, 2003, 28(8): 819-827.
19. 许勇, 郭昭庆, 云才. 合并椎间盘突出退变腰椎滑脱椎间盘形态改变及其意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(5): 398-402.
20. Been E, Li L, Hunter DJ, et al. Geometry of the vertebral bodies and the intervertebral discs in lumbar segments adjacent to spondylolysis and spondylolisthesis: pilot study [J]. Eur Spine J, 2011, 20(7): 1159-1165.
21. Roberts S, Evans H, Trivedi J, et al. Histology and pathology of the human intervertebral disc [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(Suppl 2): 10-14.
22. Colombini A, Lombardi G, Corsi MM, et al. Pathophysiology of the human intervertebral disc[J]. Int J Biochem Cell Biol, 2008, 40(5): 837-842.
23. 张奎渤, 辉刘, 王建儒, 等. L5 轻度峡部裂型滑脱患者脊柱-骨盆矢状面参数与椎间盘退变的关系 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(7): 605-609.
24. 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.
25. Pourtaheri S, Sharma A, Savage J, et al. Pelvic retroversion: a compensatory mechanism for lumbar stenosis[J]. J Neurosurg Spine, 2017, 27(2): 137-144.
26. 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.
27. Zhu F, Bao H, Liu Z, et al. Analysis of L5 incidence in normal population use of L5 incidence as a guide in reconstruction of lumbosacral alignment[J]. Spine, 2014, 39(2): 140-146.
28. Tempel ZJ, Gandhoke GS, Bolinger BD, et al. The influence of pelvic incidence and lumbar lordosis mismatch on development of symptomatic adjacent level disease following single-level transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Neurosurgery, 2017, 80(6): 880-886.
29. Harroud A, Labelle H, Joncas J, et al. Global sagittal alignment and health-related quality of life in lumbosacral spondylolisthesis [J]. Eur Spine J, 2013, 22(4): 849-856.
- (收稿日期: 2018-08-22 修回日期: 2018-10-16)
(英文编审 郑国权/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)

消息

2019年中国脊柱侧凸年会暨中法脊柱畸形高峰论坛举办通知

由南京鼓楼医院骨科和法国骨科学会(SOFCOT)主办,中国医疗保健国际交流促进会和中国医师协会骨科医师分会脊柱畸形学组协办的2019年中国脊柱侧凸年会暨中法脊柱畸形高峰论坛将于2019年4月12日~15日在南京金陵饭店(汉中路2号)举办,届时将邀请法国骨科学会高级讲师团成员以及国内著名脊柱外科专家做精彩演讲。此次会议内容涵盖国际国内脊柱矫形外科领域研究的最新成果以及精彩的复杂截骨矫形手术演示。本次会议还将同期举办南京鼓楼医院第十九届国家级《脊柱畸形》医学继续教育学习班(4月12日全天为学习班授课),授予继续教育I类学分。

会议注册时间:2019年4月11日~12日。

注册费用:1000元/人,食宿统一安排,费用自理。

来信请寄:南京中山路321号南京鼓楼医院脊柱外科 张林林 收;邮编:210008。

联系电话:(025)68182022。E-mail:scoliosis2002@sina.com。

欢迎广大同仁踊跃报名参加!