

青少年下腰椎间盘突出症的病因分析

——腰椎过度承载及腰骶部骨与关节形态变异在发病中的意义

党 礪, 陈仲强, 刘晓光, 郭昭庆, 齐 强, 李危石, 韦 峰, 刘忠军

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:对青少年下腰椎间盘突出症的病因进行分析,探讨腰骶部骨与关节结构形态变异在发病中的意义。**方法:**对我院骨科在 2006 年 1 月~2014 年 12 月之间收治的 76 例连续的 20 岁以下青少年腰椎间盘突出症病例的病因进行回顾性分析。回顾所有患者的病史、统计患者的身高、体重及 BMI 并将其与文献中报道的同年龄组正常青少年的平均身高、体重及 BMI 进行比较。从所有病例中选出只累及 L4/5 或 L5/S1 的病例共 63 例,分别测量并比较两组患者腰骶结合部骨与关节结构形态,即腰椎正位 X 线片上髂嵴连线高度、L5 横突长度及移行椎畸形情况,分析其与不同节段腰椎间盘突出症之间的关系。**结果:**本研究中所有患者的身高及体重均显著性地高于同年龄组正常青少年的平均值。髂嵴连线高度正常或过高(33 例)、L5 横突长度过长(44 例)、无移行椎或有腰椎骶化畸形(44 例)的患者发生 L4/5 间盘突出的几率分别为 97.0%(32/33)、70.5%(31/44)和 68.2%(30/44);反之,髂嵴连线高度低(30 例)、L5 横突长度正常(19 例)、有骶椎腰化畸形(19 例)的患者出现 L5/S1 间盘突出的几率分别为 86.7%(26/30)、73.7%(14/19)和 68.4%(13/19)。**结论:**青少年腰椎间盘突出症与患者身高过高和/或体重超重有关;腰骶结合部的发育变异对下腰椎间盘突出症可能发生的节段有显著影响。

【关键词】腰椎间盘突出症;儿童;青少年;腰骶韧带;髂嵴连线

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2015.11.06

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-11-0991-06

Etiology of lumbar disc herniation in adolescents: excessive load on the lumbar spine and aberrant configurations of the lumbosacral region/DANG Lei, CHEN Zhongqiang, LIU Xiaoguang, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(11): 991-996

【Abstract】Objectives: To analyze the causes of the lumbar intervertebral disc herniation in adolescents, and to investigate the significance of the morphological variation of bone and joint structure in the pathogenesis of disease. **Methods:** A total of 76 consecutive adolescents suffering from lumbar disc herniation and treated in a single medical institute during January 2006 to December 2014 were retrospectively studied. Patients' onset of symptoms, body heights, weights and BMI were compared with those of the group with the same average age in the previous reports. Cases with single level disc herniation involving L4/5 or L5/S1 level were totally 63 and measured for lumbar spine configurations. Lumbar spine configurations included the height of intercrestal line, the length of L5 transverse processes and the presence of transitional vertebrae in anteroposterior radiographs, which were compared and analyzed for relationship with the level of disc herniation. **Results:** Both males and females in the study under 19 years old (61 cases) had significantly higher body height and greater weight in comparison with the group with the same average age in the previous reports. Patients with high or normal intercrestal lines(33 cases), long L5 transverse processes(44 cases) and with lumbar sacralization(44 cases) had significantly higher incidence of L4/5 disc herniation, 97.0%(32/33), 70.5%(31/44) and 68.2%(30/44) respectively; while low intercrestal lines(30 cases), normal L5 transverse processes(19 cases) and lumbarization(19 cases) were associated with L5/S1 disc herniation, 86.7%(26/30), 73.7%(14/19), and 68.4%(13/19) respectively. **Conclusions:** Lumbar disc herniation in children and adolescents is significantly associated with patients' height, body weight, BMI and configurations of the lumbar spine.

第一作者简介:男(1972-),医学博士,研究方向:颈腰椎疾病,创伤,肿瘤

电话:(010)82267364 E-mail:mph595@sina.com

通讯作者:刘忠军 E-mail:zjliu@bjmu.edu.cn

[Key words] Lumbar disc herniation; Children; Adolescents; Iliolumbar ligament; Intercostal line

[Author's address] Department of Orthopedics of Peking University 3rd Hospital, Beijing, 100191, China

腰椎间盘突出症是一种常见病,有关其病理机制和发病因素的研究已经有过许多报道。一般认为,随年龄增长椎间关节(椎间盘、关节突关节及韧带)^[1]的承载能力(强度)因退变而逐渐降低,在异常载荷作用下椎间盘纤维环破裂,椎间盘突出或膨出累及神经而出现腰腿痛。所以有作者认为椎间关节退变使之承载能力衰减与其载荷的强度之间失去平衡是发病的根源^[2]。一般而言,在青少年时期,椎间盘退变在多数人中尚不明显。有报道认为创伤是青少年下腰椎间盘突出症的主要原因^[3]。也有人提出遗传基因^[4]及椎体后缘离断^[5]是发病的原因,但由于病例数量有限,其真正的病因目前仍无定论。据我院骨科的观察,青少年下腰椎间盘突出症患者中多数具有腰骶结合部骨与关节结构形态变异。本研究拟对青少年下腰椎间盘突出症的病因进行分析,并探讨腰骶部骨与关节形态变异在其发病中的意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾我院骨科在 2006 年 1 月~2014 年 12 月之间因腰椎间盘突出症收治的所有 20 周岁以下的青少年患者。入组标准:腰椎间盘突出症诊断明确的患者。诊断依据:(1)明显的下肢放射性疼痛或麻木等脊神经损害的主诉,伴或不伴神经损害体征;(2)影像学检查显示明确的腰椎间盘突出导致神经受累。共收集患者 76 例,包括男性 50 例,女性 26 例,年龄均数为 16.9 ± 1.8 岁(10~19 岁)。男性患者的年龄均数为 17.1 ± 1.5 岁(13~19 岁),女性患者的年龄均数为 16.7 ± 2.2 岁(10~19 岁)。

1.2 评估参数与测量方法

本研究所关注的一般参数包括所有 76 例患者的身高、体重、BMI (Body Mass Index, 身高体重指数)及发病前是否有外伤史。为排除其他因素的干扰,本研究将所有 76 例病例中突出节段不累及或同时累及 L4/5 和 L5/S1 的病例剔除。将剩余 63 例病例按照椎间盘突出所累及的节段再分为两组,即:L4/5 组(36 例)和 L5/S1 组(27 例)。在这两组病例的腰椎正侧位 X 线片上测量以下 3 项参数:(1)髂嵴间连线(Intercostal Line, 简称 ICL);

(2)L5 椎体横突(L5 transverse processes, 简称 L5TP)长度;(3)腰椎移行椎(transitional vertebrae, 简称 TV)。ICL 是指正位 X 线片上两侧髂嵴最高点的连线。在发育正常的个体,此线的高度应介于 L4 椎体两侧边中点连线与 L5 椎体上缘之间^[6]。如在 L4 椎体中线之上则为过高,在 L5 椎体上缘之下则为过低。正常人群中 L3 椎体的横突长度最长^[7]。如 L5TP 的长度在一侧或两侧超过 L3 横突,则为过长(图 1)。本研究中移行椎的定义包括了腰椎骶化及骶椎腰化(图 2)。本组中腰椎正侧位 X 线投照时球管均对准 L3 椎体平行投照,投照距离 75~100cm。有移行椎者,腰椎计数将参考胸部正位 X 线片。

1.3 统计学分析

将我院青少年腰椎间盘突出症患者的各年龄组的身高、体重及 BMI 的中位数值与文献中报道的相同地区、相同年龄组的青少年平均身高、体重及 BMI 的中位数值分别配对后用配对 t 检验进行比较。由于文献中未检索到 19~20 岁青少年平均身高、体重及 BMI 值的数据报道,故此年龄段患者(男 10 例,女 5 例)在比较时被排除在外。注:本研究所包含的 76 例病例中 75 例来自中国北方(长江以北),其中 40 例来自北京市及周边城市。因此文中青少年正常身高及体重数值均引自中国北方或北京市的统计数字。BMI 正常值只有全国标准。

采用 χ^2 检验检测 ICL、L5TP 长度及 TV 是否与腰椎间盘突出症发生的节段之间存在显著的相关性(通过检测 L4/5 和 L5/S1 间盘突出的患者中各类发育异常出现频率的理论和实际观察数之间的差异)。所有统计学分析均借助 SPSS 20.0 软件(Chicago, IL, America)完成。 $P < 0.05$ 则存在显著性差异。

2 结果

2.1 一般参数

男性患者的身高和体重的中位数分别为 177cm(160~196cm)和 78kg(52~115kg);女性患者的身高和体重中位数分别 164cm(148~178cm)和 60kg(48~94kg)。所有 19 岁以下男女患者身高



图 1 正位 X 线片显示髂嵴连线和横突长度的测量。本文中髂嵴连线是指两侧髂嵴最高点的连线,如图中 E 和 F 所示。横突长度是指棘突中线到横突尖端的长度。如图中 L3 横突长度是 A 到 B, L5 是 C 到 D **图 2** 移行椎:(左)腰椎骶化;(右)骶椎腰化

Figure 1 AP radiograph showing the measurements of intercrestal line and transverse processes. The

intercrestal line was defined as the line connecting the most superior aspect of the iliac crests, as shown by point E and F. Length of transverse process was measured as the distance from the midline of the spinal process (point A for L3, and C for L5) to the tip of the transverse process (point B for L3, and D for L5) **Figure 2** Transitional vertebrae: (Left)sacralization of the lowest lumbar segment and (Right) lumbarization of the most superior sacral segment of the spine

及体重的中位数值均显著性地高于同年龄组的中国青少年的平均值(表 1^[8]、2^[9])。我院病例中男女患者的 BMI 中位数分别为 25.1 和 22.7,与同年龄组中国青少年 BMI 的超重标准相比并无显著性差异(表 3^[10])。本研究 76 例患者中 35 例患者的症状继发于腰部的急性创伤或剧烈体育运动。

2.2 下腰椎形态参数

本研究 76 例病例中腰椎间盘突出症累及的节段包括 L1/2(2 例)、L3/4(2 例)、L4-S1(9 例)、L4/5(36 例)和 L5/S1(27 例)。本研究对其中累及 L4/5 和 L5/S1 的节段病例(共 63 例)的下腰椎 X 线进行了测量,其中 60 例存在不同程度的发育变异,包括 36 例 ICL 高度异常(6 例高,30 例低),

44 例 L5TP 长度异常,19 例腰椎移行椎(15 例骶椎腰化,4 例腰椎骶化)(表 4)。

χ^2 结果显示 L4/5 组与 L5/S1 组之间在腰椎形态结构的发育上存在着显著性差异。如表 5 所示,ICL 高度正常或过高的患者出现 L4/5 间盘突出的几率显著性地高于 L5/S1 ($P<0.01$, 期望数 18.8, 观察数 32);反之,ICL 高度过低者出现 L5/S1 椎间盘突出的几率显著性地高于 L4/5。L5TP 过长者出现 L4/5 间盘突出的几率显著性增高($P<0.01$, 期望数 25.1, 观察数 31),而 L5TP 长度正常者发生 L5/S1 间盘突出几率显著性增高 ($P<0.01$, 期望数 8.1, 观察数 14)。无移行椎或有腰椎骶化的患者发生 L4/5 间盘突出的比例显著性增高($P<$

表 1 腰椎间盘突出症患者身高与同年龄中国青少年平均身高比较

Table 1 Comparison of height between normal children and adolescents and patients with lumbar disc herniation in corresponding age groups

男(Male)				女(Female)			
年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者身高(中位数) Patients' height (Medians)(cm)	平均身高(中位数 [®]) Normal height(Medians) (cm)	年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者身高(中位数) Patients' height (Medians)(cm)	平均身高(中位数 [®]) Normal height(Medians) (cm)
13	1	169	158	10	1	148	140
14	4	172	164	13	1	162	155
15	2	186	168	14	2	160	157
16	7	175	170	15	2	169	158
17	15	175	171	16	4	165	159
18	11	177	171	17	4	169	159
				18	7	164	159

注:男性患者身高(中位数)与平均身高(中位数)相比较 $P<0.01$;女性患者身高(中位数)与平均身高(中位数)相比较 $P<0.01$

Note: Comparison of male patients' height (Medians) with normal height (Medians) $P<0.01$; Comparison of female patients' height (Medians) with normal height (Medians) $P<0.01$

表 2 患者体重与同年龄青少年平均体重比较

Table 2 Comparison of body weight between normal children and adolescents and patients with lumbar disc herniation in corresponding age groups

男 (Male)				女 (Female)			
年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者体重(中位数) Patients' weight (Medians)(Kg)	平均体重(中位数 ^[9]) Normal weight (Medians)(Kg)	年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者体重(中位数) Patients' weight (Medians)(Kg)	平均体重(中位数 ^[9]) Normal weight (Medians)(Kg)
13	1	52	51.4	10	1	48	33.7
14	4	79	55.4	13	1	56	46.3
15	2	81	58.2	14	2	51	49.1
16	7	68	59.2	15	2	56	50.6
17	15	85	61.25	16	4	51	50.7
18	11	80	61.2	17	4	61	51
				18	7	68	51.5

注:男性患者体重(中位数)与平均体重(中位数)相比较 $P<0.01$;女性患者体重(中位数)与平均体重(中位数)相比较 $P<0.05$
Note: Comparison of male patients' weight (Medians) with normal weight (Medians) $P<0.01$; Comparison of female patients' weight (Medians) with normal weight (Medians) $P<0.05$

表 3 患者 BMI 与同年龄青少年 BMI 超重标准比较

Table 3 Comparison of BMI between children and adolescents with lumbar disc herniation and BMI standards for over-weight in corresponding age groups

男 (Male)				女 (Female)			
年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者 BMI (中位数) Patients' BMI (Medians)	BMI 超重标准 ^[10] BMI values for over weight	年龄 Age (岁, Year)	例数(n)	患者 BMI (中位数) Patients' BMI (Medians)	BMI 超重标准 ^[10] BMI values for over weight
13	1	18.2	21.9	10	1	21.9	20
14	4	26.5	22.6	13	1	21.3	22.6
15	2	23.5	23.1	14	2	20.1	23
16	7	23.2	23.5	15	2	19.5	23.4
17	15	26.2	23.8	16	4	19.6	23.7
18	11	25.3	24	17	4	21.1	23.8
				18	7	26.3	24

注:男性患者 BMI(中位数)与 BMI 超重指标相比较 $P=0.558$;女性患者 BMI(中位数)与 BMI 超重指标相比较 $P=0.176$
Note: Comparison of male patients' BMI (Medians) with BMI standards for over-weight $P=0.558$; Comparison of female patients' BMI (Medians) with BMI standards for over-weight $P=0.176$

表 4 各种结构变异的病例数
Table 4 Distribution of various malformations among patients

髂嵴连线 ICL	腰 5 横突长度 L5TP	腰椎移行椎 TV	病例数 Number of cases
无	无	无	3
有	无	无	3
无	有	无	22
有	有	无	15
有	无	有	12
无	有	有	2
有	有	有	5

0.01,期望数 27.4,观察数 33),相比之下有骶椎腰化者发生 L5/S1 间盘突出的几率显著性增高 ($P<0.01$,期望数 6.4,观察数 12)。

3 讨论

椎间盘纤维环损伤、破裂而导致椎间盘突出或膨出是椎间盘突出症的基本病理机制。其实质是椎间关节的一种机械性损伤。因此,椎间盘突出症发病的原因,概括地说,是两个相互作用的基本因素。一是作用于椎间关节的力,即它所承担的载荷;二是椎间关节原本所具有的承载能力(其力学特性与强度)。构成椎间关节的骨、关节、椎间盘、韧带等结构在生长发育过程中所形成的形态、尺寸(大小)、材料特性(力学特性及强度)以及它们的构筑方式(例如关节突关节的方向)决定了椎间关节原本的承载能力及运动学特点^[11]。所以,椎间关节的畸形、形态变异疾病、退变必然影响椎间关节的承载能力。

表 5 青少年腰椎形态结构与椎间盘突出节段的关系

Table 5 Relation between configurations of the lumbosacral region and the level of disc herniation in children and adolescents

		L4/5 组 (L4/5 Group)		L5/S1 组 (L5/S1 Group)	
		理论观察数 ^① (Expected Value ^①)	实际观察数 ^② (Observed Value ^②)	理论观察数 ^① (Expected Value ^①)	实际观察数 ^② (Observed Value ^②)
ICL 高度 (ICL Height)	正常 (Normal)	15.4	26	11.6	1
	过低 (Lower than Normal)	17.1	4	12.9	26
	过高 (Higher than Normal)	3.4	6	2.6	0
L5TP 长度 (L5TP length)	过长 (Longer than Normal)	25.1	31	18.9	13
	正常 (Normal)	10.9	5	8.1	14
TV	正常和腰椎骶化 (Normal or Sacralization)	25.1	30	18.9	14
	骶椎腰化 (Lumbarization)	10.9	6	8.1	13

注: L4/5 组与 L5/S1 组 ICL 高度差异 $P < 0.01$; L4/5 组与 L5/S1 组 L5TP 长度差异 $P < 0.01$; L4/5 组与 L5/S1 组 TV 比例差异 $P < 0.01$ 。①假设 L4/5 与 L5/S1 组病例频数无差别时, 理论上应该出现的病例频数。②实际的病例频数

Note: Comparison of ICL height between L4/5 and L5/S1 group $P < 0.01$; Comparison of L5TP length between L4/5 and L5/S1 group $P < 0.01$; Comparison of the presence of TV between L4/5 and L5/S1 group $P < 0.01$ ① is the number of patients that could be expected if there was no difference between the collection of L4/5 and L5/S1 group. ② is the real number of patients that were observed

一般认为, 在成年人, 多数因增龄而发生椎间关节退变, 长期载荷造成椎间盘累积性的损伤, 这可能是椎间盘突出的重要原因^[2]。然而青少年椎间盘退变远比成年人的轻微, 椎间盘突出症的发生原因如何理解? 文献报道中, 青少年腰椎间盘突出症患者中约有 30%~60% 有外伤及运动创伤病史^[12]。所以认为急性创伤是青少年腰椎间盘突出症的主要发病因素。本研究病例中 46% (35/76 例) 的患者是在腰部外伤或剧烈体育运动后出现症状或症状加重而就诊。这一比例支持上述文献中的观点。

BMI 无疑是退变性椎间盘病发病的重要原因之一, 在青少年腰椎间盘突出症的发病中更具重要性。Pietila 等将 165 例青少年腰椎间盘突出症患者的 BMI 与随机抽选的同年龄组正常个体的 BMI 比较后发现前者明显高于后者^[13]。Mattila 等对 30157 例女性青少年进行了长期随访后发现体重超重的个体发生腰椎间盘突出症的几率显著性增高^[14]。本研究病例中无论男女, 其平均身高及体重均显著高于同年龄组正常青少年的平均值, 虽然 BMI 并未达到肥胖水平, 但增加的身高和体重无疑将增加腰椎的载荷。

本研究为探讨骶髂结合部骨、关节结构变异

对 L4/5、L5/S1 椎间关节承载能力 (稳定性) 及节段间载荷分担的影响, 观测了 ICL 高度、L5TP 长度及 TV 三种结构参数。结果显示, 本组病例中 95% (60/63 例) 存在着一种或两种或三种参数变异, 这一比例明显高于成年人^[15]。三个参数均与髂腰韧带的形态相关。双侧的髂腰韧带均起自 L5 横突, 每侧多有两个分支, 均止于同侧髂嵴, 对 L5/S1 的稳定起重要作用^[16,17]。生物力学研究结果显示, 它限制 L5/S1 的活动, 维持其稳定性^[16,18,19]。这种限制的强弱受到髂腰韧带的长度、方向和强度的影响, 而后者又受到 ICL 的高度、L5TP 的长度及 TV 的存在与否的影响。限制不足则 L5/S1 得不到足够的保护而易于受损; 限制过度则应力被转移而集中于 L4/5 而使之易于受损^[20]。在本研究中, 当 ICL 高度正常或过高、L5TP 过长或有腰椎骶化时, 可能因髂腰韧带走行较短, 韧带粗大, 对 L5/S1 的固定加强, 而使 L4/5 间盘受损而突出的几率增大; 反之, 当 ICL 高度过低、L5TP 正常或有骶椎腰化时, 髂腰韧带可能较长、较细, 而对 L5/S1 之间的活动限制较弱, 因此 L5/S1 间盘突出的几率大。类似的发现在成年人的研究中也曾有报道。MacGibbon 和 Farfan 首先通过成人腰椎的 X 线研究提出上述三个指标可用来预测腰椎间盘突出

退变发生的节段^[15]。之后又有其他学者用椎间盘造影和 MRI 的方法证实了这一发现^[20,21]。然而这些研究的数据均源于成年人,而且椎间盘退变与否均依靠影像学方法判定,没有临床资料。本研究以临床明确诊断并经手术治疗过的椎间盘突出症患者为基本资料而进行观测。本研究的不足之处在于缺少正常对照组,但对比时所采用的正常值均值均引自相同地区的大宗人口普查报告因而具有一定的可靠性。由于病例数量有限,本研究所提出的见解还有待进一步研究核证。

综上所述,本研究用确诊的青少年腰椎间盘突出症患者的临床资料与前述三种结构变异的观测数据进行了相关分析。结果提示,青少年中腰骶结合部某些骨关节结构的变异可能会影响下腰椎间关节的承载强度及载荷分担,变异不同易出现椎间盘突出的节段也不同。此外,青少年的身高、体重及 BMI 也与腰椎间盘突出症的发生有关。

4 参考文献

1. Bogduk N. Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum [M]. 4th. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone, 2005. 9-10.
2. Kaigle AM, Holm SH. The Lumbar Spine[M]. 3rd. USA: Lippincott Williams & Wilkins, Inc. 2004. 31-45.
3. Durham SR, Sun PP, Sutton LN. Surgically treated lumbar disc disease in the pediatric population: an outcome study[J]. J Neurosurg, 2000, 92(1 Suppl): 1-6.
4. DeLuca PF, Mason DE, Weiand R, et al. Excision of herniated nucleus pulposus in children and adolescents [J]. J Pediatr Orthop, 1994, 14(3): 318-322.
5. Papagelopoulos PJ, Shaughnessy WJ, Ebersold MJ, et al. Long-term outcome of lumbar discectomy in children and adolescents sixteen years of age or younger [J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 80(5): 689-698.
6. Chakraverty R, Pynsent P, Isaacs K. Which spinal levels are identified by palpation of the iliac crests and the posterior superior iliac spines[J]? J Anat, 2007, 210(2): 232-236.
7. Masharawi Y. Lumbar shape characterization of the neural arch and vertebral body in spondylolysis: a comparative skeletal study[J]. Clin Anat, 2012, 25(2): 224-230.
8. 蔡赐河, 董彬, 马军. 中国汉族 7~18 岁儿童青少年分区域身高标准制定及与全国标准的比较 [J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33(6): 576-579.
9. Li H, Leung SS, Lam PK, et al. Height and weight percentile curves of Beijing children and adolescents 0-18 years, 1995 [J]. Ann Hum Biol, 1999, 26(5): 457-471.
10. 中国肥胖问题工作组. 中国学龄儿童青少年超重, 肥胖筛查体重指数值分类标准[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(2): 97-102.
11. Marras WS. Rothman-Simeone The spine[M]. 6th. Philadelphia, PA, USA: Elsevier Saunders, 2011. 109-128.
12. Dang L, Liu Z. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents[J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 205-214.
13. Pietila TA, Stendel R, Kombos T, et al. Lumbar disc herniation in patients up to 25 years of age[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2001, 41(7): 340-344.
14. Mattila VM, Saarni L, Parkkari J, et al. Early risk factors for lumbar discectomy: an 11-year follow-up of 57,408 adolescents[J]. Eur Spine J, 2008, 17(10): 1317-1323.
15. MacGibbon B, Farfan HF. A radiologic survey of various configurations of the lumbar spine[J]. Spine, 1979, 4(3): 258-266.
16. Luk KD, Ho HC, Leong JC. The iliolumbar ligament. A study of its anatomy, development and clinical significance [J]. J Bone Joint Surg Br, 1986, 68(2): 197-200.
17. Hanson P, Sonesson B. The anatomy of the iliolumbar ligament[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1994, 75(11): 1245-1246.
18. Leong JC, Luk KD, Chow DH, et al. The biomechanical functions of the iliolumbar ligament in maintaining stability of the lumbosacral junction[J]. Spine, 1987, 12(7): 669-674.
19. Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR, et al. The role of the iliolumbar ligament in the lumbosacral junction [J]. Spine, 1990, 15(11): 1138-1141.
20. Fujiwara A, Tamai K, Kurihashi A, et al. Relationship between morphology of iliolumbar ligament and lower lumbar disc degeneration[J]. J Spinal Disord, 1999, 12(4): 348-352.
21. Quinell RC, Stockdale HR. The use of in vivo lumbar discography to assess the clinical significance of the position of the intercrestal line[J]. Spine, 1983, 8(3): 305-307.

(收稿日期:2015-04-08 修回日期:2015-11-11)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)