

腰段半椎体畸形及其远端椎体的影像学特点

李其一, 仇建国, 邱贵兴, 沈建雄, 李书纲, 郭建伟, 张延斌, 王升儒, 杨 阳

(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院骨科 100730 北京市)

【摘要】目的:分析腰段半椎体畸形及其远端腰椎和骶骨的影像学特点,为远端融合椎的选择及手术策略提供依据。**方法:**对 93 例手术治疗的腰段半椎体畸形患者的术前影像学资料进行回顾性分析。其中男 46 例,女 47 例,年龄 10.5 ± 7.2 岁(2~42 岁)。所有病例均行全脊柱 X 线片及三维 CT 检查,测量侧后凸的节段性 Cobb 角及冠状面、矢状面平衡;通过 CT 三维重建,对半椎体畸形进行分型;测量站立正位及凹侧 Bending 像上 L4、L5 和 S1 椎体的倾斜度(即相应椎体上终板与双侧髂嵴最高点连线的夹角),计算 L4 和 L5 倾斜的柔韧性。根据年龄将患者分为三组:A 组,年龄 ≤ 6 岁,B 组,年龄 7~12 岁,C 组,年龄 ≥ 13 岁,对各组患者数据进行统计学分析。**结果:**88 例(94.6%)患者为单个半椎体,5 例患者为 2 个半椎体。其中 55 个(56.1%)半椎体为完全分节型,43 个半椎体为不完全分节型。节段性侧凸 Cobb 角 $42.5^\circ \pm 15.9^\circ$ ($12^\circ \sim 93^\circ$),柔韧性为 $(26.6 \pm 17.9)\%$ (0~90%),顶椎椎体偏距为 22.4 ± 14.5 mm(2~72mm)。51 例(54.8%)患者有局部后凸,Cobb 角度为 $20.5^\circ \pm 20.3^\circ$ ($2^\circ \sim 94^\circ$)。13 例患者冠状面失平衡,19 例患者矢状面失平衡。L4、L5 和 S1 椎体在站立位正位 X 线片上的倾斜度分别为 $23.5^\circ \pm 10.2^\circ$ 、 $17.2^\circ \pm 9.0^\circ$ 和 $9.8^\circ \pm 5.9^\circ$;18 例 S1 椎体倾斜度 $\geq 15^\circ$,其中 5 例倾斜度 $\geq 20^\circ$ 。L4 和 L5 在凹侧 Bending 像上的倾斜度分别为 $14.5^\circ \pm 10.6^\circ$ 和 $12.0^\circ \pm 8.8^\circ$,椎体倾斜的柔韧性分别为 $(43.4 \pm 29.1)\%$ 和 $(39.3 \pm 29.5)\%$ 。A、B、C 三组 L4 椎体在 Bending 像上的倾斜度和柔韧性在分别为 $7.6^\circ \pm 6.6^\circ$ 、 $13.9^\circ \pm 10.5^\circ$ 、 $21.1^\circ \pm 9.8^\circ$ 和 $(59.1 \pm 34.0)\%$ 、 $(42.9 \pm 25.7)\%$ 、 $(31.4 \pm 22.0)\%$,L5 椎体在 Bending 像上的倾斜度和柔韧性分别为 $7.0^\circ \pm 6.6^\circ$ 、 $11.1^\circ \pm 8.5^\circ$ 、 $17.2^\circ \pm 8.7^\circ$ 和 $(41.8 \pm 33.8)\%$ 、 $(39.1 \pm 23.4)\%$ 、 $(25.6 \pm 21.9)\%$,三组 L4、L5 椎体在 Bending 像上的平均倾斜度和柔韧性有显著性差异($P < 0.05$)。**结论:**腰段半椎体畸形常伴有远端椎体的倾斜,L4 和 L5 在 Bending 像上的倾斜度随年龄增加而增加,但柔韧性随年龄增加而减低。术前对 L4、L5 和 S1 椎体倾斜度以及 L4 和 L5 倾斜的柔韧性测量对决定远端融合椎及矫形策略具有重要意义。

【关键词】先天性脊柱侧凸;半椎体;腰椎;影像学

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.11.07

中图分类号:R682.1,R814.4 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-11-0998-04

Radiological imaging characteristics and the clinical significance of sacrum and vertebra below the lumbar hemivertebra/LI Qiyi, ZHANG Jianguo, QIU Guixing, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(11): 997-1000

【Abstract】Objectives: To analyze the radiological imaging characteristics of sacrum and vertebra below lumbar hemivertebra in congenital scoliosis, and to provide data for the decision of distal fusion level. **Methods:** The preoperative radiographs were retrospectively reviewed in 93 patients(46 males and 47 females) with lumbar hemivertebra who underwent surgeries. The average age was 10.5 ± 7.2 years(range, 2-42). All cases had routine radiographs and 3-D CT scan of the whole spine. Segmental scoliosis and kyphosis Cobb angle, coronal and sagittal balance were measured. Tilting of L4, L5 and S1 on standing anteroposterior and concave bending films were measured and the flexibilities of L4 and L5 were calculated. The indexes among 3 groups were also statistically analyzed by using SPSS 19.0 software. P value less than 0.05 was considered as statistically significant. **Results:** There was 1 hemivertebra in 88 patients and 2 hemivertebrae in 5 patients. 55 were fully segmented and 43 were semi-segmented. The mean local scoliotic curve was $42.5^\circ \pm 15.9^\circ$ (range, $12^\circ \sim 93^\circ$) and flexibility was $(26.6 \pm 17.9)\%$ (range, 0-90%). The mean apical translation was 22.4 ± 14.5 mm(range,

基金项目:国家自然科学基金(编号:81171673)

第一作者简介:男(1972-),副主任医师,医学博士研究方向:脊柱外科

电话:(010)69152800 E-mail:liqiyi@medmail.com.cn

通讯作者:仇建国 E-mail:jgzhang_pumch@yahoo.com

2-72)。51 例患者有 focal kyphosis 且平均 Cobb 角为 $20.5^{\circ} \pm 20.3^{\circ}$ (范围, $2^{\circ} - 94^{\circ}$)。13 例患者有冠状面失平衡且 19 例患者有矢状面失衡。站立位侧位 X 线片上 L4、L5 和 S1 的倾斜度分别为 $23.5^{\circ} \pm 10.2^{\circ}$, $17.2^{\circ} \pm 9.0^{\circ}$ 和 $9.8^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$ 。有 18 例患者 S1 的倾斜度大于或等于 15° , 5 例患者 S1 的倾斜度大于或等于 20° 。站立位侧位 X 线片上 L4 和 L5 的凹侧弯曲度分别为 $14.5^{\circ} \pm 10.6^{\circ}$ 和 $12.0^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$ 。L4 和 L5 的侧弯柔韧性分别为 $(43.44 \pm 29.1)\%$ 和 $(39.3 \pm 29.5)\%$ 。站立位侧位 X 线片上 L4 的侧弯柔韧性在 3 组 (A, 年龄 ≤ 6 岁; B, 年龄 7 到 12 岁; C, 年龄 ≥ 13 岁) 分别为 $7.6^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$ 和 $(59.11 \pm 34.0)\%$, $13.9^{\circ} \pm 10.5^{\circ}$ 和 $(42.9 \pm 25.7)\%$, $21.1^{\circ} \pm 9.8^{\circ}$ 和 $(31.4 \pm 22.0)\%$, 分别。L5 的侧弯柔韧性在 3 组分别为 $7.0^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$ 和 $(41.8 \pm 33.8)\%$, $11.1^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$ 和 $(39.1 \pm 23.4)\%$, $17.2^{\circ} \pm 8.7^{\circ}$ 和 $(25.6 \pm 21.9)\%$, 分别。L4 和 L5 的侧弯柔韧性在 3 组有统计学意义 ($P < 0.05$)。结论: 腰椎半椎体常引起其下方椎体的倾斜。L4、L5 在侧弯位 X 线片上的倾斜度随年龄增加而增加, 而侧弯柔韧性随年龄增加而减少。术前测量 L4、L5 和 S1 的倾斜度和侧弯柔韧性对决定远端融合水平很重要。

[Key words] Congenital scoliosis; Lumbar; Hemivertebra; Radiological imaging

[Author's address] Department of Orthopedics, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Science, Beijing, 100730, China

半椎体畸形是先天性脊柱侧凸中最常见的类型, 为椎体形成障碍所致。完全分节的、非嵌合型半椎体畸形为进展性, 常常需要手术治疗^[1-8]。后路半椎体切除是目前最有效的治疗方法^[9]。腰段半椎体是指的位于 L1/2 之间到 L4/5 之间的半椎体。对腰段半椎体的治疗, 除需矫正畸形外, 还需尽可能多地保留运动节段; 同时由于其邻近骶骨及骨盆, 远端代偿能力差, 不合适的矫形融合可导致术后躯干失衡^[10]。本研究旨在分析腰段半椎体畸形及其远端腰椎和骶骨的影像学特点, 为术前融合范围的选择及矫形策略制订提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性研究。研究对象为 1999 年 1 月~2013 年 12 月在我院行腰椎半椎体切除术的 93 例患者, 其中男 46 例, 女 47 例。年龄平均为 10.5 ± 7.2 岁 (2~42 岁)。手术指征为: (1) 生长期儿童, 完全分节或部分分节的半椎体, 生长致畸潜力大者; (2) 成人半椎体所致侧凸和 (或) 后凸畸形引起顽固性腰痛者; (3) 半椎体引起脊柱失平衡, 影响生活者。根据患者的年龄分为三组, A 组: 年龄 ≤ 6 岁, 共 32 例, B 组: 年龄 7~12 岁, 共 26 例, C 组: 年龄 ≥ 13 岁, 共 35 例。

1.2 影像学测量及评估

所有患者均行常规站立位全脊柱 X 线片及三维 CT 检查。在全脊柱站立正侧位 X 线片上测

量侧后凸的节段性 Cobb 角及冠状面、矢状面平衡情况。冠状面失平衡指 C7 椎体铅垂线距离骶骨中点的距离超过 20mm, 矢状面失平衡指 C7 椎体铅垂线与 S1 椎体后上角距离超过 40mm。测量站立正位及凹侧 Bending 像上 L4、L5 和 S1 椎体的倾斜度, 即相应椎体上终板与双侧髂嵴最高点连线的夹角 (图 1), 计算侧凸的柔韧性及 L4 和 L5 倾斜的柔韧性。主弯柔韧性 = (站立正位 Cobb 角 - 凸侧 Bending 像 Cobb 角) / 站立正位 Cobb 角 $\times 100\%$ 。L4 或 L5 倾斜的柔韧性 = (站立倾斜角 - 凹侧 Bending 像 Cobb 角) / 站立位倾斜角 $\times 100\%$ 。

1.3 统计学方法

在 SPSS 19.0 软件中, 根据数据不同类型, 采用方差分析或非参数检验方法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

88 例患者的腰椎半椎体为单发, 占 94.6%; 5 例患者有 2 个腰椎半椎体。半椎体的分布: 9 个 L1/2 间半椎体, 19 个 L2 半椎体, 19 个 L2/3 间半椎体, 18 个 L3 半椎体, 18 个 L3/4 间半椎体, 2 个 L4 半椎体, 13 个 L4/5 间半椎体。其中, 55 个半椎体为完全分节型, 占 56.1%; 43 个半椎体为不完全分节型。55 个半椎体位于左侧, 43 个半椎体位于右侧。腰段侧凸 Cobb 角为 $42.5^{\circ} \pm 15.9^{\circ}$ ($12^{\circ} - 93^{\circ}$), 柔韧性为 $(26.6 \pm 17.9)\%$ (0~90%)。顶椎椎体偏距为 22.4 ± 14.5 mm (2~72mm)。51 例患者有局部

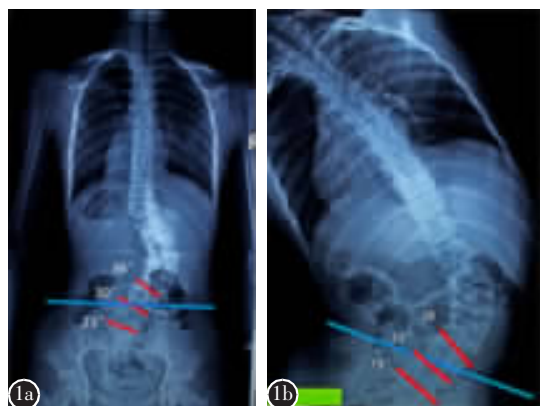


图 1 测量站立位正位相及凹侧 Bending 相上 L4、L5 和 S1 椎体倾斜度,即相应椎体上终板(红色线)与双侧髂嵴最高点连线(蓝色线)的夹角(a 站立位正位像 b 凹侧 Bending 像)

Figure 1 The tilt of L4, L5 and S1 on upright posteroanterior and concave bending radiograph. The angle between the superior endplate(red line) and bilateral iliac crest(blue line) was measured (a Upright posteroanterior radiograph, b Concave Bending radiograph)

后凸,占 54.8%,后凸 Cobb 角度为 $20.5^{\circ} \pm 20.3^{\circ}$ ($2^{\circ} \sim 94^{\circ}$)。13 例患者冠状面失平衡,19 例患者矢状面失平衡。在全部患者中,L4、L5 和 S1 椎体在站立正位 X 线片上的倾斜度分别为 $23.5^{\circ} \pm 10.2^{\circ}$ 、 $17.2^{\circ} \pm 9.0^{\circ}$ 和 $9.8^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$ 。L4 和 L5 在凹侧 Bending 像上的倾斜度分别为 $14.5^{\circ} \pm 10.6^{\circ}$ 和 $12.0^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$ 。L4 和 L5 的柔韧性分别为 $(43.4 \pm 29.1)\%$ 和 $(39.3 \pm 29.5)\%$ 。三组患者中 L4、L5 椎体在凹侧 Bending 像上的倾斜度和柔韧性见表 1,三组具有显著性差异($P < 0.05$),随着年龄增加,其倾斜度不断增大,柔韧性减小。18 例 S1 椎体在站立位正位 X 线片上的倾斜度 $\geq 15^{\circ}$,其中 5 例倾斜度 $\geq 20^{\circ}$ 。

3 讨论

先天性脊柱侧凸一般根据胚胎发育情况进行分类,分为形成障碍、分节障碍以及混合型三种类型^[1]。最常见的先天性脊柱侧凸是半椎体,后者是椎体形成障碍的一种,占 41%^[12]。按半椎体上下椎

间盘的发育情况,又可分为完全分节型、部分分节型及未分节型三种类型。半椎体对脊柱畸形的影响程度主要取决于半椎体的分节程度。完全分节的半椎体拥有正常的上下椎间盘,可以接近正常的纵向生长。这种接近正常的单侧生长能力,伴随对侧生长能力的缺失,可以导致严重的畸形^[11,12]。据 McMaster 报道,单发的腰段半椎体(位于 L2 和 L4 之间),如果是完全分节的,其引起的侧凸进展为每年 1.7° ;如果是部分分节的,其引起的侧凸进展为每年 1° 。完全分节的半椎体如果不治疗,将会发展成为大而僵硬的侧凸或侧后凸,特别是在青少年的快速生长期^[1,2]。因此,完全分节的非嵌合半椎体导致的畸形是进展最快的,常需早期手术治疗^[1,2,6]。

腰椎在整个脊柱中,有其自身的一些特点,腰段的半椎体也是如此^[9]。迄今尚未有专门文献对此进行探讨,这也是我们选择腰段半椎体进行研究的原因。首先,腰椎位于脊柱下段,为负重区,因此同种类型的半椎体,腰段半椎体发展较快,并且可早期出现明显的躯干偏移和腰椎顶椎偏移^[11]。腰段半椎体还通常引起局部后凸以及矢状面的失平衡。在本组病例中,有超过一半的患者(51 例)有局部后凸,其后凸的角度 $20.5^{\circ} \pm 20.3^{\circ}$,最大的后凸角度达到 94° 。13 例患者有冠状面失平衡,19 例患者有矢状面失平衡。另外,本组病例中 55 个半椎体是完全分节的(占 56.1%),43 个半椎体是部分分节的(占 43.9%),二者所占比例相差不大,但由于是腰段半椎体,其引起的冠状面和矢状面失平衡、腰椎后凸以及侧凸顶椎偏距较大,均进行了手术治疗。

其次,腰椎是脊柱的主要活动节段。因此手术要求尽可能缩短融合范围^[1,2]。对特发性青少年腰段或胸腰段脊柱侧凸来说,减少远端融合节段,保

表 1 三组 L4、L5 凹侧 Bending 像倾斜度和柔韧性

Table 1 Comparisons of L4 concave bending, flexibility and L5 concave bending, flexibility among

3 groups

变量 Variants	A组 Group A	B组 Group B	C组 Group C
L4 凹侧 Bending 像 倾斜度($^{\circ}$) L4 concave bending	7.6 ± 6.6	$13.9 \pm 10.5^{\text{①}}$	$21.1 \pm 9.8^{\text{①②}}$
L4 柔韧性(%) L4 flexibility	59.1 ± 34.0	$42.9 \pm 25.7^{\text{①}}$	$31.4 \pm 22.0^{\text{①}}$
L5 凹侧 Bending 像 倾斜度($^{\circ}$) L5 concave bending	7.0 ± 5.9	$11.1 \pm 8.5^{\text{①}}$	$17.2 \pm 8.7^{\text{①②}}$
L5 柔韧性(%) L5 flexibility	41.8 ± 33.8	39.1 ± 23.4	$25.6 \pm 21.9^{\text{①}}$

注:①与 A 组比较 $P < 0.05$;②与 B 组比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with group A, $P < 0.05$; ②Compared with group B, $P < 0.05$

留更多的腰椎活动节段,保留更多的生长节段,意义重大,因为这样可以减少术后椎间盘的退变及腰痛的风险。事实上,这些原则同样适用于腰椎半椎体引起的脊柱侧凸的手术,其远端固定椎的选择同下腰椎和骶骨的倾斜有密切关系。因此,我们选择测量 L4、L5 和 S1 在站立位正位 X 线片上的倾斜度以及 L4、L5 的倾斜柔韧性以评估腰弯远端固定椎的选择。因为在半椎体切除后,远端固定椎及其远端未融合的倾斜椎体的代偿,对脊柱的整体平衡影响最大。本研究结果显示,年龄越小,L4 和 L5 在凹侧 Bending 像上的倾斜度越小,L4 和 L5 倾斜的柔韧性越好,其术后代偿能力越好,手术需要融合的节段越短。因此,对大部分腰段半椎体畸形引起的脊柱侧凸,如果符合融合手术指征,手术越早越好。相比于成人,对儿童来说,早期半椎体切除可以选择更短的融合节段,可避免随着脊柱的生长导致更多节段受累的侧凸以及相关的更大的手术和更长节段的固定融合。

另外,由于腰椎邻近骶骨及骨盆,所以腰段半椎体常常伴有 S1 的倾斜,尤其是下腰椎的半椎体。本组 S1 的倾斜度为 $9.8^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$,最大倾斜度达 28° ; $\geq 15^{\circ}$ 者有 18 例,占 19.4%,其中倾斜度 $\geq 20^{\circ}$ 者有 5 例。因此,要达到较短节段的融合,在切除半椎体后应保留与 S1 倾斜相一致的侧凸,避免侧凸完全矫正后致躯干倾斜。

在本组病例中,腰段半椎体大多为单发(94.6%),只有 5 例患者有 2 个腰椎半椎体。腰段左侧和右侧半椎体的患者例数分别为 55 例和 43 例,无统计学差异,这与特发性脊柱侧凸是不同的。L4 半椎体最少,只有 2 个;其次是 L1 和 L2 椎体之间,有 9 个;L4 和 L5 椎体之间有 13 个;大部分半椎体位于 L2 (19 个)、L2 和 L3 椎体之间(19 个)、L3(18 个)、L3 和 L4 椎体之间(18 个),共占所有半椎体的 75.5%。尽管在青少年特发性脊柱侧凸中,相对于胸弯,腰弯的柔韧性通常较好,但是在先天性脊柱侧凸中,半椎体引起的腰弯却不同,本组病例中腰弯的 Cobb 角为 $42.5^{\circ} \pm 15.9^{\circ}$,但腰弯的柔韧性只有 $(26.6 \pm 17.9)\%$ 。所以只有手术切除了半椎体,才可以获得较高的矫正率。

从本研究可以发现,腰段半椎体由于其特殊的位置,所致畸形常伴有明显的顶椎偏移,容易产生冠状面和矢状面的失衡,并且柔韧性较差。此外,其多伴有 L4、L5 和 S1 的倾斜,年龄越大,倾

斜度越大且柔韧性越差,因此需尽可能早期手术治疗。部分病例可伴有明显的 S1 倾斜,如果 S1 倾斜超过 15° ,在选择远端融合椎及侧凸矫形时,应注意避免术后躯干失代偿。

4 参考文献

1. Zhang J, Shengru W, Qiu G, et al. The efficacy and complications of posterior hemivertebra resection [J]. Eur Spine J, 2011, 20(10): 1692-1702.
2. Wang S, Zhang J, Qiu G, et al. Posterior hemivertebra resection with bisegmental fusion for congenital scoliosis: more than 3 year outcomes and analysis of unanticipated surgeries [J]. Eur Spine J, 2013, 22(2): 387-393.
3. Zhu X, Wei X, Chen J, et al. Posterior hemivertebra resection and monosegmental fusion in the treatment of congenital scoliosis[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2014, 96(1): 41-44.
4. Chang DG, Kim JH, Ha KY, et al. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children younger than 10 years: greater than 7-year follow-up[J]. Spine, 2015, 40(8): E484-491.
5. Crostelli M, Mazza O, Mariani M. Posterior approach lumbar and thoracolumbar hemivertebra resection in congenital scoliosis in children under 10 years of age: results with 3 years mean follow up[J]. Eur Spine J, 2014, 23(1): 209-215.
6. Ruf M, Jensen R, Letko L, et al. Hemivertebra resection and osteotomies in congenital spine deformity[J]. Spine, 2009, 34(17): 1791-1799.
7. Zhuang Q, Zhang J, Li S, et al. One-stage posterior-only lumbosacral hemivertebra resection with short segmental fusion: a more than 2-year follow-up[J]. Eur Spine J, 2015, [Epub ahead of print].
8. Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, et al. Lumbar hemivertebra resection[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(5): 1043-1052.
9. Obeid I, Bourghli A, Vital JM. Lumbar hemivertebra resection by posterior approach for congenital scoliosis[J]. Eur Spine J, 2012, 21(12): 2721-2723.
10. Li X, Luo Z, Li X, et al. Hemivertebra resection for the treatment of congenital lumbar spinal scoliosis with lateral-posterior approach[J]. Spine, 2008, 33(18): 2001-2006.
11. McMaster MJ, Ohtsuka K. The natural history of congenital scoliosis: a study of two hundred and fifty-one patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1982, 64(8): 1128-1147.
12. Winter RB. Congenital spine deformity: natural history and treatment[J]. Isr J Med Sci, 1973, 9(6): 719-727.

(收稿日期:2015-05-06 末次修回日期:2015-07-24)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)