

临床论著

青少年特发性脊柱侧凸患者心脏异常的发生率

王 杨, 朱泽章, 邱 勇, 刘 臻, 吴 涛, 周 松, 钱邦平, 朱 锋

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210009 南京市)

【摘要】目的:研究青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者心脏异常的发生率,探讨可能影响 AIS 患者心脏异常发生的相关因素。**方法:**2008 年 6 月~2011 年 6 月收治 AIS 患者 719 例,其中男 113 例,女 606 例,年龄 10~18 岁,平均 15.1 ± 2.2 岁。术前均行心脏超声多普勒检查,统计 AIS 患者心脏异常的发生率。将心脏异常患者分为先天性心脏病及其他心脏异常 2 组,分别按性别(男组与女组)、弯型(胸弯组与腰弯/胸腰弯组)分组比较先天性心脏病发生率;分别按弯型(胸弯组与腰弯/胸腰弯组)、Cobb 角($\leq 70^\circ$ 组与 $>70^\circ$ 组)及胸椎后凸角($<10^\circ$ 、 $10^\circ \sim 40^\circ$ 与 $>40^\circ$ 组)分组比较其他心脏异常的发生率。利用二分类 Logistic 回归分析探讨 AIS 患者弯型(胸弯组与腰弯/胸腰弯组)、Cobb 角(连续变量)及胸椎后凸角(连续变量)是否为其其他心脏异常发生的显著相关因素。**结果:**AIS 患者心脏异常发生率为 6.68%(48/719),其中先天性心脏病发生率为 4.59%(33/719),包括房间隔缺损 2.50%(21/719)、室间隔缺损 0.56%(4/719)、动脉导管未闭 0.28%(2/719)、永存左上腔静脉 0.28%(2/719)、法洛四联症 0.14%(1/719)、二尖瓣狭窄 0.14%(1/719)、单心房单心室 0.14%(1/719)及房间隔膨出瘤 0.14%(1/719);其他心脏异常的发生率为 2.09%(15/719),其中二尖瓣脱垂 1.11%(8/719)、肺动脉高压 0.97%(7/719)。48 例存在心脏异常的 AIS 患者中,36 例在入院前未获知存在心脏异常,其中 3 例(8.33%)入院后需先行心脏干预手术(2 例行房间隔缺损修补术,1 例行动脉导管未闭封堵术),二期行脊柱侧凸矫正手术;12 例入院前已获知有心脏异常,其中 10 例为先天性心脏病,均在脊柱侧凸发现前已行心脏干预手术。AIS 患者先天性心脏病的发生率,按性别、弯型分组组间比较均无显著性差异($P>0.05$);二尖瓣脱垂、肺动脉高压的发生率,按弯型、Cobb 角以及胸椎后凸角分组组间比较均无显著性差异($P>0.05$)。二分类 Logistic 回归分析显示,二尖瓣脱垂及肺动脉高压的发生与弯型、Cobb 角及胸椎后凸角无显著相关性($P>0.05$)。**结论:**AIS 患者有较高的心脏异常发生率,部分心脏异常可能严重影响脊柱手术安全性,需要在脊柱矫形术前先行心脏干预手术。AIS 患者脊柱矫形术前应常规行心脏超声多普勒检查以评估心脏情况。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;超声多普勒;心脏

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.06.08

中图分类号:R682.3, R541 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2013)-06-0520-05

An incidence study of adolescent idiopathic scoliosis with cardiac abnormality/WANG Yang, ZHU Zezhang, QIU Yong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(6): 520-524

【Abstract】Objectives: To investigate the incidence of adolescent idiopathic scoliosis(AIS) patients with cardiac abnormalities and find risk factors of scoliosis related to cardiac abnormalities. **Methods:** From June 2008 to June 2011, the clinical data of 719 AIS patients receiving spinal correction in our center were reviewed in this study. There were 113 males and 606 females with a mean age of 15.1 ± 2.2 years old(ranging from 10 to 18 years). Before surgery, each of them underwent cardiac doppler ultrasonography test. Congenital and the other cardiac abnormalities were calculated. After that, the patients were classified according to the gender(man/woman) and scoliosis type(thorax curvature and lumbar/thoracolumbar curvature) to compare the incidence of congenital cardiac abnormalities. The patients were classified according to the scoliosis type(thorax curvature and lumbar/thoracolumbar curvature), Cobb angle($\leq 70^\circ$ and $>70^\circ$) and thoracic kyphosis($<10^\circ$, $10^\circ \sim 40^\circ$ and $>40^\circ$) to compare the incidence of the other cardiac abnormalities. The binary classification Logistic regression analysis was performed to identify the correlation of the other cardiac abnormalities with the scoliosis.

基金项目:国家自然科学基金(编号:81101335)资助课题

第一作者简介:男(1982-),住院医师,硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(025)83105121 E-mail:wangyangsq@126.com

通讯作者:朱泽章 E-mail:zhuzezhang@126.com

sis type (thorax curvature and lumbar/thoracolumbar curvature), Cobb angle (continuous variable) and thoracic kyphosis (continuous variable) in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Through the binary classification Logistic regression analysis, the correlation of the non-congenital cardiac abnormalities with the scoliosis type (thorax curvature and lumbar/thoracolumbar curvature), Cobb angle (continuous variable) and thoracic kyphosis (continuous variable) was reviewed. **Results:** The incidence of cardiac abnormalities was 6.68%(48/719) in 719 AIS patients. The incidence of congenital cardiac abnormalities was 4.59%(33/719). The most common congenital cardiac abnormalities in AIS patients were atrial septal defect (2.50%, 21/719), ventricular septal defect (0.56%, 4/719) and patent ductus arteriosus (0.28%, 2/719). The incidence of the other cardiac abnormalities was 2.09%(15/719). The other cardiac abnormalities were mitral valve prolapsed (1.11%, 8/719) and pulmonary hypertension (0.97%, 7/719). In 48 AIS patients with cardiac abnormalities, 36 patients denied such history, 3 of whom were noticed to be associated with severe cardiac abnormalities and underwent heart surgical intervention before the spine surgery. 12 patients had learned with heart abnormalities before admission, 10 of whom were noticed to be associated with severe congenital cardiac abnormalities and underwent heart surgical intervention before the spine surgery. There was no significant difference between the gender and scoliosis type on the incidence of congenital cardiac abnormalities. There was no significant difference among scoliosis type, Cobb angle and thoracic kyphosis on the incidence of the other cardiac abnormalities. There was no significant relationship of the incidence of mitral valve prolapsed and pulmonary hypertension with the scoliosis type, Cobb angle or thoracic kyphosis. **Conclusions:** Cardiac abnormalities are usually complicated with AIS, some of which have serious effects on the spine surgery. Cardiac intervention is necessary before the spine surgery. Cardiac doppler ultrasonography is an essential preoperative examination for AIS patients.

[Key words] Adolescent idiopathic scoliosis; Doppler ultrasonography; Cardiac

[Author's address] Spine Surgery, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 是发生于青春发育期前后的脊柱三维结构性畸形^[1]。脊柱侧凸的持续进展可以造成胸腔容积减小, 进而使心脏功能受到影响^[2]。既往研究报道了心脏瓣膜结构或功能异常 (如二尖瓣脱垂等) 与脊柱侧凸相关^[3,4]。此外, 有学者发现 AIS 患者可同时合并有先天性心脏病^[5,6]。梁锦前等^[7]对 104 例 AIS 患者的心脏结构和功能研究后发现二尖瓣脱垂发生率高达 23.08%, 但其未报道先天性心脏病发生情况。关于 AIS 患者中先天性及非先天性心脏异常的发生率, 目前国内外尚缺乏大样本的病例报道。本研究拟对 719 例 AIS 患者的心脏异常发生率进行回顾性分析, 并进一步探讨可能影响 AIS 患者心脏异常发生的相关因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2008 年 6 月~2011 年 6 月在我院接受手术治疗的 AIS 患者共 719 例, 其中男 113 例, 女 606

例, 年龄 10~18 岁, 平均 15.1 ± 2.2 岁。站立位主弯 Cobb 角 $40^\circ \sim 155^\circ$, 平均 $52.1^\circ \pm 15.1^\circ$, 胸椎后凸 (T5~T12) Cobb 角 $0^\circ \sim 65^\circ$, 平均 $28.1^\circ \pm 10.2^\circ$ 。均经详细的体检和全脊柱站立位正侧位 X 线片检查而诊断, 且经全脊髓 MRI 检查排除可能存在的大脑、脊髓病变和先天性脊柱结构异常。所有 AIS 患者术前均常规接受心脏超声多普勒检查, 且有完整的临床病史、影像学及超声多普勒资料。

1.2 心脏超声多普勒检查方法

术前均由超声医师使用 Philip IE-33 超声诊断仪并选用频率为 3~7MHz 的探头进行心脏超声多普勒检查。常规检查胸骨旁左室长轴、左室短轴各切面、四腔心、心尖四腔、二腔及左室长轴切面, 以二维及 M 型超声观测心脏形态结构并测量心脏结构和功能参数, 筛查出心脏存在的结构或功能异常情况。应用三尖瓣反流谱测压法^[8]估测肺动脉压。对于二尖瓣脱垂, 只选取伴有中重度瓣膜反流^[9]的二尖瓣脱垂病例。将心脏异常患者分为两组: 先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD)^[10]组, 是在胚胎发育时期, 由于心脏及大血

管的形成障碍而引起的局部解剖结构异常,或出生后应自动关闭的通道未能闭合的心脏,包括室间隔缺损、房间隔缺损及动脉导管未闭等。CHD 以外的心脏异常(包括不能确定是否为先天性的心脏异常)归为其他心脏异常组,本研究中只有二尖瓣脱垂及肺动脉高压。

1.3 观察指标与统计学处理

统计 AIS 患者 CHD 及其他心脏异常的发生率。根据主弯顶椎位置的不同,将 AIS 患者分为胸弯组及腰弯/胸腰弯组,胸弯腰弯双弯的病例归入胸弯组中;根据 Cobb 角不同,分为小 Cobb 角组(主弯 Cobb 角 $\leq 70^\circ$)和大 Cobb 角组(主弯 Cobb 角 $> 70^\circ$);依据患者胸椎(T5~T12)后凸角不同,分为后凸减小($< 10^\circ$)、正常后凸($10^\circ \sim 40^\circ$)及后凸增加($> 40^\circ$)三组。对不同性别、不同弯型 AIS 患者 CHD 的发生率进行统计比较,均采用卡方检验;在不同弯型、不同 Cobb 角及不同胸椎后凸角组间比较二尖瓣脱垂及肺动脉高压发生率的差异,均采用卡方检验。以弯型(胸弯组及腰弯/胸腰弯分组)、Cobb 角(连续变量)及胸椎后凸角(连续变量)为自变量,对二尖瓣脱垂及肺动脉高压发生与否进行二分类 Logistic 回归分析。上述统计分析均采用 SPSS 18.0 软件包进行检验,设定 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

AIS 患者心脏异常发生率为 6.68%(48/719),其中 CHD 发生率为 4.59%(33/719),包括房间隔缺损 2.50%(21/719)、室间隔缺损 0.56%(4/719)、动脉导管未闭 0.28%(2/719)、永存左上腔静脉 0.28%(2/719)、法洛四联症 0.14%(1/719)、二尖瓣狭窄 0.14%(1/719)、单心房单心室 0.14%(1/719)及房间隔膨出瘤 0.14%(1/719);其他心脏异常发生率为 2.09%(15/719),只包括二尖瓣脱垂 1.11%(8/719)及肺动脉高压 0.97%(7/719)。48 例存在心脏异常的 AIS 患者中,36 例在入院前未获知存在心脏异常,其中 3 例(8.33%)入院后需先行心脏干预手术(2 例行房间隔缺损修补术,1 例行动脉导管未闭封堵术),二期行脊柱侧凸矫正手术;12 例在入院前已获知存在心脏异常,其中 10 例(均为 CHD)在脊柱侧凸发现前已经行心脏干预手术。

不同性别、弯型分组组间比较 CHD 的发生率

无显著性差异($P > 0.05$,表 1);不同弯型、Cobb 角及胸椎后凸角分组组间比较二尖瓣脱垂、肺动脉高压的发生率均无显著性差异($P > 0.05$,表 2)。弯型、Cobb 角及胸椎后凸角与二尖瓣脱垂及肺动脉高压的发生无显著相关性(表 3)。

3 讨论

AIS 患者的脊柱三维结构性畸形会对心脏结构和功能造成影响^[4,7]。超声多普勒是目前心脏最常见的无创检查方法,能够简便全面地分析心脏结构、功能、血流动力学以及病理改变,并可评估心脏舒缩功能^[11]。Ipp 等^[14]认为超声多普勒对 AIS 患者的心脏结构和功能异常的筛查和诊断较心电图更有优势和价值,虽然其在心电异常等心脏功能异常方面筛查有欠缺。目前国内外关于 AIS 患者中心脏异常的发生率尚缺乏大样本报道。

本研究中 AIS 患者 CHD 发生率为 4.59%(33/719),以房间隔缺损多见。国内正常青少年人群 CHD 发病率为 0.27%~1.38%^[12-16],其中高原地区以房间隔缺损或动脉导管未闭最为多见。Liu 等^[17]回顾分析国内先天性脊柱侧凸(congenital scoliosis, CS)患者临床资料发现,CS 患者中 CHD 发病率为 6.95%,其中主要为房间隔缺损。本研究中 AIS 患者 CHD 的发病率高于既往文献报道正常青少年人群 CHD 发病率,略低于文献报道的国内 CS 中 CHD 的发病率。AIS 是一种多因素遗传疾病^[18],其发病相关因素可能影响到心脏的发育。此外,我们还发现 AIS 患者中 CHD 以房间隔缺损多见,与 CS 人群及高原正常青少年人群 CHD 病种的构成特点相近。本研究结果还显示不同性别、弯型分组之间的 CHD 发生率无显著性差异,提示 CHD 的发生与 AIS 患者的性别及弯型之间无显

表 1 不同性别及弯型 AIS 患者先天性心脏病的发生率
Table 1 The incidence of congenital heart disease in different gender and scoliosis type of AIS

	分组 Group	先天性心脏病(n) Congenital heart disease
性别 Gender	男(Male)(n=113)	6(5.31%)
	女(Woman)(n=606)	27(4.46%)
弯型 Scoliosis type	胸弯(n=474) Thorax curvature	23(4.85%)
	腰弯/胸腰弯(n=245) Lumbar/thoracolumbar curvature	10(4.08%)

表 2 不同弯型、Cobb 角及胸椎后凸角 AIS 患者其他心脏异常发生率的比较

Table 2 The incidence of the other cardiac abnormalities in different scoliosis type, Cobb angle and thoracic kyphosis angle of AIS

	弯型 Scoliosis type		Cobb角 Cobb angle		胸椎后凸角 Thoracic kyphosis angle		
	胸弯 Thorax curvature (n=474)	腰弯/胸腰弯 Lumbar/thoracolumbar (n=245)	≤70° (n=644)	>70° (n=75)	<10° (n=169)	10°~40° (n=500)	>40° (n=50)
二尖瓣脱垂 Mitral valve prolapsed	6(1.27%)	2(0.82%)	6(0.93%)	2(2.67%)	2(1.18%)	5(1.00%)	1(2.00%)
肺动脉高压 Pulmonary hypertension	5(1.05%)	2(0.82%)	6(0.93%)	1(1.33%)	2(1.18%)	5(1.00%)	0(0.00%)

表 3 AIS 患者二尖瓣脱垂及肺动脉高压多因素 Logistic 回归分析结果

Table 3 The results of mitral valve prolapse and pulmonary hypertension of AIS after multivariate logistic regression analysis

	二尖瓣脱垂 Mitral valve prolapsed			肺动脉高压 Pulmonary hypertension		
	Cobb角 Cobb angle	弯型 Scoliosis type	胸椎后凸角 Thoracic kyphosis	Cobb角 Cobb angle	弯型 Scoliosis type	胸椎后凸角 Thoracic kyphosis
B	0.010	-0.030	0.326	0.000	-0.412	0.448
SE	0.010	0.172	0.329	0.020	0.492	0.268
Wald	0.941	0.032	0.976	0.941	0.032	0.976
P	0.332	0.859	0.323	0.994	0.403	0.095
OR	1.010	0.970	1.385	1.000	0.662	1.565

著相关性。

本研究中,二尖瓣脱垂的发生率为 1.11%(8/719),肺动脉高压的发生率为 0.97%(7/719)。Dhuper 等^[3]对 139 例需行脊柱矫形的 AIS 患者进行二尖瓣脱垂专项筛查,发现 13.6%的 AIS 患者存在无症状二尖瓣脱垂,他认为二尖瓣脱垂发生与脊柱侧凸造成心脏几何形态改变有关。然而在脊柱侧凸矫正后,二尖瓣脱垂仍然持续存在,Dhuper 等^[3]解释脊柱侧凸对心脏形态改变的机械因素不是造成二尖瓣脱垂唯一因素;Bon Tempo 等^[19]则认为二尖瓣脱垂与脊柱分化起源胚胎同一时期,可能在二尖瓣和脊柱胚胎分化时期已经出现问题。本研究中二尖瓣脱垂的发生率明显低于文献报道,主要是因为本文是回顾性研究,并不是对单一病种二尖瓣脱垂的筛查,而且在本研究中只选取伴有中重度瓣膜反流的二尖瓣脱垂情况,因为其可能会对脊柱手术造成影响。我们筛查出了各心脏瓣膜反流情况,但对于轻度二尖瓣瓣膜反流^[9]情况,大部分并没有进一步定性是否为二尖瓣脱垂引起。因为在心脏结构和功能正常的健康人群中,轻度瓣膜反流较常见,大多数为生理性瓣膜反流^[20],临床上无需特殊处理。对于中、重度

二尖瓣瓣膜反流情况,可能对脊柱手术产生影响,都做了定性分析是否为二尖瓣脱垂引起。梁锦前等^[7]报道 AIS 患者的二尖瓣脱垂发生率明显高于 Dhuper 等^[3]报道的二尖瓣脱垂发生率,原因可能为其研究样本中包括一些不能明确诊断为特发性脊柱侧凸的患者。本研究结果显示不同弯型、Cobb 角及胸椎后凸角分组组间比较二尖瓣脱垂的发生率无显著性差异。本研究中,Logistic 回归分析结果提示弯型、Cobb 角及胸椎后凸角与二尖瓣脱垂的发生无显著相关性。文献报道 AIS 患者尤其是 Cobb 角>70°者,因肺内小气道和毛细血管床发生扭曲,呼吸及循环阻力增加,血气交换不足,可进而形成肺动脉高压甚至肺心病^[21]。此外, AIS 患者胸椎矢状位形态亦可以影响心肺功能,研究发现胸椎后凸<10°的 AIS 患者肺部血气交换明显受限,常继发导致心肺功能的异常^[22]。但本研究结果显示不同弯型、Cobb 角及胸椎后凸角分组组间比较肺动脉高压的发生率无显著性差异。Logistic 回归结果提示,弯型、Cobb 角及胸椎后凸角与肺动脉高压的发生无显著相关性。肺动脉高压多为继发性疾病,从早期的血管收缩到后期的血管壁发生改变而导致肺动脉高压发生需要一个

过程。本研究中 Cobb 角 $>70^{\circ}$ 和胸椎后凸 $<10^{\circ}$ 的 AIS 患者比例小,且大多数患者脊柱侧凸发生的病程短,脊柱侧凸冠矢状位形态对心肺功能造成的影响,大多并未形成肺动脉高压。

AIS 患者常伴有心脏异常,心脏存在异常是增加 AIS 患者围手术期风险的重要因素。本研究中存在心脏异常的 AIS 患者中,75%(36/48)在入院前否认既往存在心脏异常,而超声多普勒检查结果显示其中 8.33%(3/36)存在严重心脏结构或功能异常,影响手术安全性,在脊柱手术前接受了心脏干预手术(2 例行房间隔缺损修补术,1 例行动脉导管未闭封堵术);12 例入院前已获知存在心脏异常患者,其中 10 例(均为 CHD)已经行心脏干预手术。二尖瓣脱垂及肺动脉高压亦可引起心脏的血流动力学改变。而进展的肺动脉高压常是导致脊柱侧凸患者死亡的直接原因^[21]。因此,筛查出 AIS 患者术前可能存在的异常并正确对待和处理,对降低脊柱侧凸矫形围手术期风险是必要的。

综上所述,AIS 患者常伴有较高的异常发生率,部分异常可能严重影响脊柱手术安全性,需要在脊柱矫形术前行心脏干预手术。因此,我们建议 AIS 患者脊柱矫形术前应常规行心脏超声多普勒检查评估心脏情况。

4 参考文献

- 邱勇,朱丽华,吕锦瑜,等.脊柱侧凸病因学的临床分类研究[J].中华骨科杂志,2000,20(5):265-268.
- Mankin HJ, Graham JJ, Schack J. Cardiopulmonary function in mild and moderate idiopathic scoliosis [J]. J Bone Joint Surg Am, 1964, 46: 53-62.
- Dhuper S, Ehlers KH, Fatica NS. Incidence and risk factors for mitral valve prolapse in server adolescent idiopathic scoliosis[J]. Pediatr Cardiol, 1997, 18(6): 425-428.
- Ipp L, Flynn P, Blanco J, et al. The findings of preoperative cardiac screening studies in adolescent idiopathic scoliosis [J]. J Pediatr Orthop, 2011, 31(7): 764-766.
- Beals RK, Kenney HK, Lees MH. Congenital heart disease and idiopathic scoliosis[J]. Clin Orthop, 1972, 89: 112-116
- Reckles LN, Peterson HA, Weidman WH, et al. The association of scoliosis and congenital heart defects[J]. J Bone Joint Surg Am, 1975, 57(4): 449-455.
- 梁锦前,沈建雄,邱贵兴,等.青少年特发性脊柱侧凸患者心脏结构和功能的研究[J].中国骨与关节外科杂志,2008,1(3): 195-201.
- 李越.肺动脉压力的超声心动图评估[J].中华医学超声杂志,2012,9(2): 98-102.
- 吴雅峰,张桂珍主编.实用心脏超声诊断学[M].中国医药科技出版社,1997. 42.
- Clark KL, Yutzy KE, Benson DW. Transcription factors and congenital heart defects[J]. Annu Rev Physiol, 2006, 68: 97-121.
- Pirat B, Zoghbi WA. Echocardiographic assessment of left ventricular diastolic function[J]. Anadolu Kardiyol Derg, 2007, 7(3): 310-315.
- 周北凡,吴锡桂.心血管病流行病学及人群防治[M].北京:人民卫生出版社,1993. 153-157.
- 刘薇迁,宁寿葆,华邦杰,等.上海杨浦、徐汇区小儿先天性心脏病发病率及其特点[J].中华儿科杂志,1995,33(6): 347-349.
- 余更生,陈沅,田杰,等.先天性心脏病家族聚集的初步分析[J].临床心血管病杂志,2004,20(11): 672-674.
- 蒋立虹,段昌群,马志强.先天性心脏病流行病学调查研究动态[J].华西医学杂志,2004,19(3): 510-511.
- 曹道白音,李伟,李秀英.内蒙古青少年先天性心脏病调查[J].现代预防医学,2009,36(21): 4014-4015.
- Liu YT, Guo LL, Tian Z, et al. A retrospective study of congenital scoliosis and associated cardiac and intraspinal abnormalities in a Chinese population[J]. Eur Spine J, 2011, 20(12): 2111-2114.
- Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts [J]. J Bone Joint Surg Am, 1973, 55(5): 974-982.
- Bon Tempo CP, Ronan JA Jr, De Leon AC Jr, et al. Radiographic appearance of the thorax in systolic click-late systolic murmur syndrome[J]. Am J Cardiol, 1975, 36(1): 27-31.
- 王新房,李治安.彩色多普勒诊断学[M].北京:人民卫生出版社,1999. 21-23.
- Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system[J]. Paediatr Respir Rev, 2006, 7(2): 152-160.
- Newton PO, Faro FD, Gollogly S, et al. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis: a study of six hundred and thirty-one patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(9): 1937-1946.

(收稿日期:2012-10-11 末次修回日期:2013-04-01)

(英文编辑 将欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)