

# 以胸弯为主的青少年特发性脊柱侧凸对肺功能的影响研究

徐涛 王欢 方煌

**【摘要】** 目的 分析以胸弯为主的青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)对肺功能的影响。方法 回顾性分析 2018 年 10 月至 2019 年 11 月在我院确诊并接受治疗的 31 例 AIS 病人的临床资料,分析用力肺活量占预测值的百分比(FVC%pred)、第 1 秒用力呼气容积占预测值的百分比(FEV<sub>1</sub>%pred)等肺功能参数与年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、Cobb 角、顶椎位置、椎体旋转程度、胸弯累及椎体数目的相关性,以及不同程度脊柱畸形对肺功能参数的影响。结果 31 例病人的年龄为(15.81±4.51)岁(10~27 岁)。FEV<sub>1</sub>%pred 与 Cobb 角( $r=-0.55, P=0.001$ )、Nash-Moe 椎体旋转评级( $r=-0.49, P=0.005$ )和胸弯累及椎体数目( $r=-0.65, P=0.001$ )呈负相关。FVC%pred 与 Cobb 角( $r=-0.41, P=0.021$ )、Nash-Moe 椎体旋转评级( $r=-0.39, P=0.032$ )和胸弯累及椎体数目( $r=-0.50, P=0.005$ )呈负相关;FVC%pred 与 BMI 呈正相关( $r=0.44, P=0.013$ )。年龄和顶椎位置与肺功能参数无相关性( $P > 0.05$ )。随着胸弯累及椎体数目自 7 个~9 个增加,病人的 FEV<sub>1</sub>%pred 和 FVC%pred 均逐步下降,差异均有统计学意义( $F=9.806, P=0.001; F=5.439, P=0.010$ )。随着 Nash-Moe 分级自 0 级~3 级升高,FEV<sub>1</sub>%pred 逐步下降,组间比较,差异有统计学意义( $F=3.479, P=0.030$ )。结论 胸弯 Cobb 角大小、累及椎体数目与肺功能显著相关,可以作为肺功能障碍的预测因子。

**【关键词】** 青少年;脊柱侧凸;肺功能;Cobb 角

**Influence of adolescent idiopathic scoliosis with thoracic curvature on pulmonary function.** XU Tao, WANG Huan, FANG Huang. Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: WANG Huan, E-mail: wanghuan@tjh.tjmu.edu.cn

FANG Huang, E-mail: fanghuangtjh@hust.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To analyze the impact of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) with thoracic curvature on pulmonary function, and to predict important factors that cause pulmonary dysfunction. **Methods** A retrospective study was conducted on 31 patients with AIS who underwent surgical treatment from October 2018 to November 2019. The correlation between the pulmonary function parameters such as FVC percent predicted (FVC%pred), the FEV<sub>1</sub> percent predicted (FEV<sub>1</sub>%pred) and age, body mass index (BMI), Cobb angle, location of apical vertebrae, vertebral rotation degree, the number of involved vertebrae, and the influence of spinal deformity on pulmonary function parameters were analyzed. **Results** The age of 31 patients was (15.81±4.51) years (10-27 years). The Cobb angle ( $r=-0.55, P=0.001$ ), vertebral rotation degree ( $r=-0.49, P=0.005$ ) and the number of involved vertebrae ( $r=-0.65, P=0.001$ ) were negatively correlated with FEV<sub>1</sub>%pred. The Cobb angle ( $r=-0.41, P=0.021$ ), Nash-Moe vertebral rotation degree ( $r=-0.39, P=0.032$ ) and the number of involved vertebrae ( $r=-0.50, P=0.005$ ) were negatively correlated with FVC%pred. The BMI was positively correlated with FVC%pred ( $r=0.44, P=0.013$ ). The location of apical vertebrae, and age were not correlated with pulmonary function (both  $P > 0.05$ ). The FEV<sub>1</sub>%pred and FVC%pred decreased gradually as the number of vertebral bodies involved in thoracic curvature increased from 7 to 9 ( $F=9.806, P=0.001; F=5.439, P=0.010$ ). With the Nash MOE grading increased from grade 0 to grade 3, FEV<sub>1</sub>%pred decreased gradually, and the difference was statistically significant ( $F=3.479, P=0.030$ ). **Conclusion** The Cobb angle and the number of involved vertebrae are significantly correlated with pulmonary dysfunction, and can be used as predictors of pulmonary dysfunction.

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.004

作者单位:华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科,武汉 430030

通信作者:王欢, E-mail: wanghuan@tjh.tjmu.edu.cn; 方煌, E-mail: fanghuangtjh@hust.edu.cn

**【Key words】** Scoliosis; Adolescent; Pulmonary function; Cobb angle

脊柱侧凸是一种复杂的脊柱三维结构畸形疾病,其中青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)是最为常见的一种,好发于10岁以上儿童<sup>[1]</sup>。根据脊柱侧凸研究会的定义,AIS的诊断标准是Cobb角 $\geq 10^\circ$ ,并伴有椎体旋转<sup>[2]</sup>。脊柱侧凸对病人有很大的影响,除了会导致背部疼痛、生活质量下降以及心理、美容问题外,严重的胸椎侧凸与心肺功能下降也有显著关系<sup>[3]</sup>。因此,我们回顾性分析了2018年10月至2019年11月在我院确诊并治疗的31例AIS病人的临床资料,通过分析脊柱、非脊柱因素与肺功能的关系,以确定导致肺功能障碍的主要因素。

## 资料与方法

### 一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①临床诊断为AIS;②术前站立位全脊柱正侧位X线片等影像学资料完整;③术前肺功能检查等相关资料完整。

排除标准:①术前存在呼吸道感染现象;②主弯是腰弯或胸腰弯;③有心胸手术病史。

### 二、资料收集及观察指标

#### (一)一般资料

收集病人的性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)等一般资料。

#### (二)影像学资料

收集病人站立位条件下的全脊柱正侧位X线片,Cobb角、顶椎位置、胸弯累及椎体数目和椎体旋转评估均由所在治疗小组的同一名副主任医师测量并记录。其中,椎体旋转让用Nash-Moe分级来评估,胸弯累及椎体数目是指胸弯上下端椎间所包含的椎体数目,胸弯顶椎是指偏离C<sub>7</sub>铅垂线最远的椎体。

#### (三)肺功能测定

病人术前均常规进行了肺功能测定,由呼吸病学研究室的同一位技术员完成测量并记录。肺功能包括四个参数:用力肺活量(FVC)、用力肺活量占预测值的百分比(FVC%pred)、第1秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)、第1秒用力呼气容积占预测值的百分比(FEV<sub>1</sub>%pred)。

### 三、统计学分析

所有数据使用IBM SPSS Statistics 25.0(IBM公司,美国)分析,对于符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。通过Pearson相关系数分析

肺功能参数与年龄、BMI、Cobb角、顶椎位置、椎体旋转程度、胸弯累及椎体数目的相关性;采用单因素方差分析比较不同程度脊柱畸形对肺功能的影响,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、一般资料

共纳入31例病人,其中,女24例(77.4%),男7例(22.6%);年龄为(15.81 $\pm$ 4.51)岁(10~27岁)。BMI为(18.11 $\pm$ 2.32) kg/m<sup>2</sup>(14.2~23.9 kg/m<sup>2</sup>)。Cobb角为51.52 $\pm$ 18.38 $^\circ$ (27 $^\circ$ ~107 $^\circ$ )。术前平均FEV<sub>1</sub>%pred为83.19 $\pm$ 13.72%(45%~109%),FVC%pred为86.04 $\pm$ 12.78%(46%~102%)。

### 二、相关性分析

肺功能参数与BMI、年龄及影像学参数的相关性如表1所示。FEV<sub>1</sub>%pred与Cobb角( $P=0.001$ )、Nash-Moe椎体旋转评级( $P=0.005$ )和胸弯累及椎体数目( $P=0.001$ )呈负相关,相关系数 $r$ 分别为-0.55、-0.49、-0.65,与年龄、BMI和顶椎位置无相关性( $P$ 均 $> 0.05$ )。FVC%pred与Cobb角( $P=0.021$ )、Nash-Moe椎体旋转评级( $P=0.032$ )和胸弯累及椎体数目( $P=0.005$ )呈负相关,相关系数 $r$ 分别为-0.41、-0.39、-0.50;FVC%pred与BMI呈正相关( $r=0.44$ ,  $P=0.013$ )。FVC%pred与年龄和顶椎位置无相关性( $P$ 均 $> 0.05$ )。

### 三、不同程度脊柱畸形对肺功能的影响

9例病人胸弯累及9个椎体,11例病人胸弯累及8个椎体,11例病人胸弯累及7个椎体;胸弯累及9个椎体的病人的FEV<sub>1</sub>%pred和FVC%pred均为最低,累及7个椎体的病人的FEV<sub>1</sub>%pred和FVC%pred均为最高,差异均有统计学意义( $F=9.806$ ,  $P=0.001$ ;  $F=5.439$ ,  $P=0.010$ ;表2)。

表1 肺功能参数与各项一般资料及影像学指标的相关性分析

指标	FEV <sub>1</sub> %pred		FVC%pred	
	$r$ 值	$P$ 值	$r$ 值	$P$ 值
Cobb角	-0.55	0.001	-0.41	0.021
BMI	0.27	0.147	0.44	0.013
年龄	0.02	0.917	0.11	0.566
Nash-Moe椎体旋转评级	-0.49	0.005	-0.39	0.032
顶椎位置	-0.19	0.318	-0.03	0.868
胸弯累及椎体数目	-0.65	0.001	-0.50	0.005

2 例病人的 Nash-Moe 分级为 3 级, 13 例 2 级, 12 例 1 级, 4 例 0 级; 随着 Nash-Moe 分级的升高, FEV<sub>1</sub>%pred 逐步下降, 组间比较, 差异有统计学意义 ( $F=3.479, P=0.030$ )。但是各组间的 FVC%pred 值比较, 差异无统计学意义 ( $F=2.400, P=0.090$ ; 表 3)。

不同顶椎位置病人的肺功能参数比较, 差异无统计学意义 ( $P$ 均  $> 0.05$ , 表 4)。

## 讨 论

脊柱侧凸进行性加重通常伴随肺功能的下降, 胸椎的旋转、弯曲和肋骨融合可引起胸廓畸形。胸椎的旋转弯曲导致胸廓对肺实质的挤压, 进而引起肺体积和顺应性的下降, 严重的胸廓扭曲畸形会导致限制性通气功能障碍<sup>[4]</sup>。这些改变可能会引起肺泡通气不足、高碳酸血症和低氧血症。由于低氧血症和血管阻力增加, 肺动脉高压随之而来, 导致肺心病和右心衰<sup>[5-6]</sup>。

AIS 是青少年中最常见的脊柱畸形, 患病率为 0.47%~5.20%<sup>[7]</sup>。AIS 在女性中更为常见, 畸形严重程度也显著高于男性, 并且男女比例随着年龄的增长而增加<sup>[8]</sup>。其中, 胸弯最为常见 (48%), 其次是胸腰弯 (40%), 双弯较少见 (9%)<sup>[9]</sup>。在本研究纳入的病例中, 女性占 77.4%, 男性占 22.6%, Cobb 角为  $51.52^{\circ} \pm 18.38^{\circ}$  ( $27^{\circ} \sim 107^{\circ}$ ), 男女比例符合流行病学研究结果。有研究表明, 肺泡数量在 5~8 岁时已经达到成人水平, 之后仅出现肺泡大小和表面积的改变<sup>[10]</sup>。出生后肺功能出现改变的时间和增加的幅度都有较大的个体差异<sup>[11]</sup>。在本研究中, AIS 病人的

肺功能与年龄没有相关性。Xu 等<sup>[12]</sup>认为 BMI 是反映肺功能的重要指标, AIS 病人的低 BMI 值与肺功能障碍之间呈中度相关。但在本次研究中, BMI 只与 FVC%pred 呈正相关, 与 FEV<sub>1</sub>%pred 无相关性, 这可能与本研究样本量少有关, 课题组将进一步增加样本量来验证其相关性。

肺功能受胸弯的严重程度、胸弯累及椎体数目、椎体旋转程度影响, 这三个因素与肺功能障碍的风险增加有关; 有研究显示胸弯顶椎越靠近头侧对肺功能的影响越大<sup>[13]</sup>。但是在当前研究中, 胸弯顶椎位置与肺功能之间无相关性, 不同顶椎病人之间的肺功能差异也无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

脊柱畸形主要通过影响肺实质体积和顺应性来降低肺活量。有研究表明 AIS 病人术前出现肺功能障碍, 与冠状面和矢状面畸形的严重程度显著相关<sup>[14]</sup>。Aaro 等<sup>[15]</sup>评估了 33 例 AIS 病人的胸部 CT 图像, 冠状面畸形比矢状面畸形更易造成肺体积减小, 且对肺功能的影响更大。

Vitale 等<sup>[16]</sup>发现胸弯 Cobb 角与 FEV<sub>1</sub> 呈负相关, 与 FVC 呈显著负相关。胸弯 Cobb 角较大的病人测得的 FEV<sub>1</sub> 和 FVC 均较低。本研究显示 Cobb 角与 FEV<sub>1</sub>%pred 呈显著负相关 ( $r=-0.55, P=0.001$ ), 与 FVC%pred 呈负相关 ( $r=-0.41, P=0.021$ )。目前的研究认为, 除了胸椎侧凸外, 胸腰椎侧凸也能够对胸腔产生扭曲作用, 并影响膈肌的功能, 从而影响肺功能<sup>[4]</sup>。

AIS 通过多种方式影响肺功能, 除了减少肺实质的体积和顺应性外, 椎体的旋转会导致胸廓的不对称畸形。畸形的胸廓增加了胸壁的僵硬程度, 降低了呼吸肌的肌力, 增加了膈肌的运动障碍<sup>[15]</sup>。因此,

表 2 累及不同椎体数目病人的肺功能参数比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

指标	胸弯累及 7 个椎体 (11 例)	胸弯累及 8 个椎体 (11 例)	胸弯累及 9 个椎体 (9 例)	F 值	P 值
FEV <sub>1</sub> %pred	92.78±8.29	83.47±10.83	71.11±13.51	9.806	0.001
FVC%pred	92.76±7.65	87.29±12.51	76.29±13.12	5.439	0.010

表 3 不同椎体旋转程度病人的肺功能参数比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

指标	Nash-Moe 0 级 (4 例)	Nash-Moe 1 级 (12 例)	Nash-Moe 2 级 (13 例)	Nash-Moe 3 级 (2 例)	F 值	P 值
FEV <sub>1</sub> %pred	90.25±5.65	89.20±11.65	78.15±14.08	65.70±10.32	3.479	0.030
FVC%pred	88.98±5.80	91.45±8.77	82.54±13.85	70.45±24.82	2.400	0.090

表 4 不同顶椎位置病人的肺功能参数比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

指标	T <sub>6</sub> (2 例)	T <sub>7</sub> (2 例)	T <sub>8</sub> (15 例)	T <sub>9</sub> (10 例)	T <sub>10</sub> (2 例)	F 值	P 值
FEV <sub>1</sub> %pred	94.75±3.18	103.00±8.49	78.40±16.02	83.50±7.82	86.15±2.47	2.173	0.100
FVC%pred	89.75±17.32	98.10±4.38	82.10±15.63	88.76±7.61	86.20±3.11	0.951	0.450

在病人身上观察到的呼吸功能障碍本质上是限制性的。这些变化在5岁前的早发性脊柱侧凸和有肋骨融合的先天性脊柱侧凸中更为明显<sup>[5]</sup>。本研究中随着Nash-Moe分级的提高,病人的FEV<sub>1</sub>显著降低;但是Nash-Moe分级不同病人的FVC的差异无统计学意义,这可能与样本量少有关。另外胸弯累及椎体数目是肺功能障碍的重要预测因子,两者之间呈显著相关性( $P < 0.05$ )。根据相关系数大小,累及椎体数目对肺功能的影响最大,这可能与胸廓整体的三维结构改变,压缩了肺实质有关。

综上所述,Cobb角和受累椎体数目是肺功能障碍的重要预测因子,随着脊柱侧凸的进展,可能会出现肺功能障碍,因此肺功能检测对病人术前评估具有重要意义。脊柱畸形引起肺功能障碍仍然是AIS手术治疗的适应证,当保守治疗无效时可以通过手术矫正来控制。

#### 参 考 文 献

- [1] Choudhry MN, Ahmad Z, Verma R. Adolescent Idiopathic Scoliosis [J]. Open Orthop J, 2016, 10: 143-154.
- [2] Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth[J]. Scoliosis Spinal Disord, 2018, 13: 3.
- [3] Agabegi SS, Kazemi N, Sturm PF, et al. Natural history of adolescent idiopathic scoliosis in skeletally mature patients: a critical review[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(12): 714-723.
- [4] Johari J, Sharifudin MA, Ab Rahman A, et al. Relationship between pulmonary function and degree of spinal deformity, location of apical vertebrae and age among adolescent idiopathic scoliosis patients[J]. Singapore Med J, 2016, 57(1): 33-38.
- [5] Tsiligiannis T, Grivas T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis[J]. Scoliosis, 2012, 7(1): 7.
- [6] Branthwaite MA. Cardiorespiratory consequences of unfused idiopathic scoliosis[J]. Br J Dis Chest, 1986, 80(4): 360-369.
- [7] Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Child Orthop, 2013, 7(1): 3-9.
- [8] Nery LS, Halpern R, Nery PC, et al. Prevalence of scoliosis among school students in a town in southern Brazil [J]. Sao Paulo Med J, 2010, 128(2): 69-73.
- [9] Asher MA, Burton DC. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects[J]. Scoliosis, 2006, 1(1): 2.
- [10] Joshi S, Kotecha S. Lung growth and development [J]. Early Hum Dev, 2007, 83(12): 789-794.
- [11] Wang X, Dockery DW, Wypij D, et al. Pulmonary function growth velocity in children 6 to 18 years of age [J]. Am Rev Respir Dis, 1993, 148(6 Pt 1): 1502-1508.
- [12] Xu L, Sun X, Zhu Z, et al. Body mass index as an indicator of pulmonary dysfunction in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Spinal Disord Tech, 2015, 28(6): 226-231.
- [13] Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, et al. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis [J]. Am Rev Respir Dis, 1993, 148(2): 288-294.
- [14] Johnston CE, Richards BS, Sucato DJ, et al. Correlation of preoperative deformity magnitude and pulmonary function tests in adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(14): 1096-1102.
- [15] Aaro S, Ohlund C. Scoliosis and pulmonary function [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1984, 9(2): 220-222.
- [16] Vitale MG, Matsumoto H, Bye MR, et al. A retrospective cohort study of pulmonary function, radiographic measures, and quality of life in children with congenital scoliosis: an evaluation of patient outcomes after early spinal fusion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(11): 1242-1249.

(收稿日期: 2020-10-28)

(本文编辑:陈姗姗)

#### 引用格式

徐涛, 王欢, 方煌. 以胸弯为主的青少年特发性脊柱侧凸对肺功能的影响研究[J]. 骨科, 2021, 12(2): 117-120. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.004.