

特发性脊柱侧凸青少年患者肺功能的影响因素分析

刘西花¹ 伊长松¹ 周铂¹ 王青² 于子夫² 毕鸿雁¹

¹山东中医药大学附属医院康复科, 济南 250014; ²山东中医药大学康复医学院, 济南 250355

通信作者: 刘西花, Email: xihualiu0629@163.com

【摘要】 目的 探讨特发性脊柱侧凸青少年患者肺功能的影响因素。**方法** 选取特发性脊柱侧凸青少年患者 44 例, 采用肺功能测试系统进行肺通气功能测试, 指标包括用力肺活量百分比(FVC%)、第 1 秒用力呼气容积百分比(FEV1%)、最大通气量百分比(MVV%)。同时收集患者信息, 包括年龄、性别、病程、是否学习舞蹈、是否经常运动、体重指数(BMI)、Cobb 角度、旋转角度、膈肌厚度、膈肌移动度。采用线性回归分析影响患者肺功能的因素, 并采用 Spearman 相关分析探讨膈肌功能与肺功能之间的相关性。**结果** 患者 FVC%、FEV1%、MVV% 分别为 70.80±12.52、56.32±14.52、77.50±17.71。单因素分析显示, 是否学习舞蹈和膈肌移动度是 FVC%、FEV1%、MVV% 的影响因素。进一步线性回归分析显示, 膈肌活动度是影响轻中度特发性脊柱侧凸青少年患者肺功能的独立因素($P<0.05$)。膈肌活动度与 FVC%、FEV1%、MVV% 之间均呈正相关(P 均 <0.01)。**结论** 对于特发性脊柱侧凸患者, 以增强膈肌活动度为目的的呼吸训练非常必要, 可改善患者的肺通气功能, 降低脊柱侧凸对呼吸功能的损害。

【关键词】 特发性脊柱侧凸; 肺功能; 膈肌功能; 影响因素; 青少年

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(81802239)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.08.014

Factors influencing pulmonary function in persons with adolescent idiopathic scoliosis

Liu Xihua¹, Yi Changsong¹, Zhou Bo¹, Wang Qing², Yu Zifu², Bi Hongyan¹

¹Department of Rehabilitation, The Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; ²College of Rehabilitation, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China

Corresponding author: Liu Xihua, Email: xihualiu0629@163.com

【Abstract】 Objective To explore the factors influencing the pulmonary function of persons with mild to moderate adolescent idiopathic scoliosis (AIS). **Methods** Forty-four persons with AIS were tested for their pulmonary ventilation functioning. The indicators were the percentage of forced vital capacity (FVC%), the percentage of forced expiratory volume in the first second (FEV1%) and the percentage of maximum chase volume (MVV%). Data including age, gender, course of disease, dancing habits, exercise habits, body mass index (BMI), Cobb angle, rotation angle, diaphragm thickness, and diaphragm excursion (DE) were also collected. Linear regressions were evaluated to analyze the factors best predicting pulmonary functioning. Spearman correlation coefficients were computed to quantify the correlation between respiratory muscle functioning and pulmonary functioning. **Results** The univariate analysis showed that dancing and DE independently influence FVC%, FEV1%, and MVV%. DE was the only independent factor significantly predicting pulmonary functioning for mild to moderate AIS patients. DE was also significantly positively correlated with average FVC%, FEV1% and MVV%. **Conclusions** Respiratory training aimed at enhancing DE is necessary to improve the pulmonary ventilation of persons with AIS.

【Key words】 Scoliosis; Pulmonary function; Diaphragm functioning; Adolescents

Funding: Youth Foundation of the National Natural Science Foundation of China (81802239)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.08.014

中国脊柱侧凸的发病率约为 1%, 且多在青少年时期发病, 不仅影响患者外观, 还会对其肺功能产生不良影响^[1-2]。重度特发性脊柱侧凸青少年患者 (Cobb 角 $>50^\circ$) 存在肺通气功能障碍这一结论已得到公认, 当 Cobb 角为 $50^\circ \sim 60^\circ$ 时, 患者肺功能异常较为明显, 当 Cobb 角 $>90^\circ$ 时, 多数患者会出现心肺功能衰竭^[3-4]。有研究报道, 轻中度特发性脊柱侧凸患者的呼吸困难症状虽然不明显, 但肺功能状况低于健康人群^[5]。

目前, 国内对轻中度特发性脊柱侧凸青少年患者肺功能影响因素的研究较少。本研究选取部分特发性脊柱侧凸青少年患者, 测试其肺功能状况, 对其影响因素进行分析, 以期为患者个性化呼吸康复训练方案的制订提供科学依据。

资料与方法

一、研究对象

纳入标准: ①年龄 10~18 岁; ②经全脊柱 X 线检查确诊为脊柱侧凸, 且 Cobb 角 $10^\circ \sim 45^\circ$; ③理解和口头表达能力正常, 能配合完成呼吸功能评估; ④无呼吸系统疾病病史; ⑤未服用影响肺通气功能的药物; ⑥未接受过脊柱侧凸矫正术; ⑦签署知情同意书。

排除标准: ①除脊柱侧凸外, 存在其他影响呼吸肌测试的骨骼肌肉问题, 如肌肉拉伤、肋骨骨折等; ②伴有认知障碍, 不能配合完成呼吸功能评估。

选取 2021 年 12 月至 2022 年 4 月由山东中医药大学附属医院康复科收治的特发性脊柱侧凸青少年患者 44 例。男 11 例, 女 33 例; 年龄 10~18 岁, 平均年龄 (15.59 ± 3.13) 岁; 病程 4~15 个月, 平均病程 (7.11 ± 2.59) 个月; 体重指数 (body mass index, BMI) $14.20 \sim 25.60 \text{ kg/m}^2$, 平均 BMI (17.73 ± 2.12) kg/m^2 ; 侧凸部位 $L_1 \sim L_2$ 3 例、 $T_3 \sim T_4$ 5 例、 $T_5 \sim T_7$ 25 例、 $T_8 \sim T_9$ 11 例; 喜欢运动者 11 例; Cobb 角度 $10^\circ \sim 45^\circ$, 中位数 15° ; 旋转角度 $0^\circ \sim 30^\circ$, 中位数 8° 。本研究获山东中医药大学附属医院医学伦理委员会批准 (批准文号 2021-078-KY)。

二、研究方法

收集患者资料, 具体如下。

1. 一般资料: 自行设计调查表, 由医务人员一对一进行问卷调查, 收集患者的基本资料, 包括年龄、性别、病程、是否学习舞蹈、是否经常运动等。

2. 肺功能测试: 采用德国产 PowerCube 型肺功能测试系统对患者进行肺通气功能测试。具体步骤: ①要求患者餐后 1~2 h 进行肺功能测试。测试前, 详细了解患者的病史, 测量其血压、血氧、心率等生命体征。患者取坐位, 尽量保持抬头挺胸姿态。向患者介绍测试动作, 并指导患者进行练习。在患者掌握动作

要领后, 予其佩戴呼吸面罩并确保不漏气; ②肺通气功能, 先嘱患者进行 2~3 s 的正常呼吸, 后进行 1 次最大用力吸气, 再用力快速彻底呼气, 休息 3~5 min 后进行第 2 次测试; ③最大自主通气量, 嘱患者尽可能快速、深幅度的重复呼吸 12 s, 休息 5~10 min 后进行第 2 次测试, 选择呼吸速度均匀、幅度相似的曲线进行记录。本研究选取用力肺活量百分比 (forced vital capacity percentage, FVC%)、第 1 秒用力呼气容积百分比 (forced expiratory volume in one second percentage, FEV1%)、最大通气量百分比 (maximal voluntary ventilation percentage, MVV%) 3 个常用指标进行分析。

3. 膈肌厚度及移动度测量: 采用中国产迈瑞 7 彩色多普勒超声诊断系统进行膈肌厚度及移动度测量。先采用高频探头, 频率 5~15 MHz, 探头方向置于右腋前线 7~8 肋间, 记录呼气末膈肌厚度。再采用凸阵探头, 频率 3.5~5.0 MHz, 探头方向置于右腋前线与肋缘处, 观察膈肌位置, 将采集线垂直于膈肌, 嘱患者分别完成平静呼吸和深呼吸, 实时记录膈肌运动并测量膈肌运动幅度。

三、统计学方法

采用 SPSS 22.0 版统计学软件进行数据处理, 符合正态分布的计量资料采用 ($\bar{x} \pm s$) 形式表示, 不符合正态分布的资料采用中位数表示; 肺功能指标 (FVC%、FEV1% 和 MVV%) 的单因素和多因素分析, 均采用广义线性回归模型处理; 采用 Spearman 相关分析探讨膈肌活动度和肺功能指标间的相关性。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、患者肺通气功能基本情况

患者 FVC%、FEV1%、MVV% 分别为 70.80 ± 12.52 、 56.32 ± 14.52 、 77.50 ± 17.71 。

二、患者肺功能指标的单因素分析结果

单因素分析结果显示, 是否学习舞蹈和膈肌移动度是 FVC%、FEV1%、MVV% 的影响因素 ($P < 0.05$), 性别、年龄、侧凸部位、病程、BMI、是否经常运动、Cobb 角度、旋转角度、膈肌厚度对肺功能指标无显著影响 ($P > 0.05$)。详见表 1、表 2、表 3。

三、患者肺功能指标的多因素分析

分别以肺功能指标 FVC%、FEV1% 和 MVV% 作为因变量, 以单因素分析中 $P < 0.15$ 的因素作为自变量进行一般线性回归分析, 变量赋值见表 4。由表 5 可见, 膈肌活动度是影响轻中度特发性脊柱侧凸青少年患者肺功能的独立因素 ($P < 0.05$), 膈肌活动度每增加 1 个单位, FVC%、FEV1% 和 MVV% 分别增加 4.4~5.7 个单位。

表 1 FVC%的单因素分析结果

变量	回归系数	标准误差	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
性别				
男	3.364	4.279	0.618	0.432
女	0.000 ^a			
年龄	-0.082	0.376	-0.218	0.829
侧凸部位				
L ₁ ~L ₂	7.364	7.960	0.856	0.355
T ₃ ~T ₄	4.764	6.592	0.522	0.470
T ₅ ~T ₇	1.964	4.422	0.197	0.657
T ₈ ~T ₉	0.000 ^a			
病程	-0.329	0.744	-0.443	0.660
BMI	0.935	0.898	1.041	0.304
是否学习舞蹈				
是	7.336	3.669	3.998	0.046
否	0.000 ^a			
是否经常运动				
是	4.030	4.266	0.893	0.345
否	0.000 ^a			
Cobb 角度	-0.027	0.198	0.135	0.893
旋转角度	0.042	0.345	0.121	0.904
膈肌厚度	-29.164	78.623	-0.371	0.713
膈肌移动度	4.955	1.476	3.358	0.002

注:^a*P*<0.05

表 2 FEV1%的单因素分析结果

变量	回归系数	标准误差	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
性别				
男	-2.606	4.983	0.274	0.601
女	0.000 ^a			
年龄	-0.136	0.426	0.102	0.749
侧凸部位				
L ₁ ~L ₂	0.000 ^a			
T ₃ ~T ₄	-1.333	10.262	0.017	0.897
T ₅ ~T ₇	-8.573	8.586	0.997	0.318
T ₈ ~T ₉	-7.970	9.152	0.758	0.384
病程	0.005	0.845	0.000	0.995
BMI	1.302	1.012	1.653	0.199
是否学习跳舞				
是	10.200	4.170	5.983	0.014
否	0.000 ^a			
是否经常运动				
是	3.697	4.967	0.554	0.457
否	0.000 ^a			
Cobb 角度	-0.011	0.224	0.003	0.959
旋转角度	-0.098	0.391	0.063	0.803
膈肌厚度	-78.145	88.467	0.780	0.377
膈肌移动度	4.863	1.735	7.859	0.005

注:^a*P*<0.05

四、患者膈肌活动度与肺功能指标间的相关性分析

Spearman 相关分析显示,膈肌活动度与 FVC%、FEV1%和 MVV%之间均呈正相关,相关系数分别为 0.536、0.489 和 0.615,均具有统计学意义(*P*<0.05)。

表 3 MVV%的单因素分析结果

变量	回归系数	标准误差	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
性别				
男	-5.636	6.035	0.872	0.350
女	0.000 ^a			
年龄	0.181	0.519	0.121	0.727
侧凸部位				
L ₁ ~L ₂	0.000 ^a			
T ₃ ~T ₄	-2.067	12.611	0.027	0.870
T ₅ ~T ₇	-2.987	10.552	0.080	0.777
T ₈ ~T ₉	-8.939	11.248	0.632	0.427
病程	0.199	1.030	0.037	0.847
BMI	1.240	1.243	0.995	0.319
是否学习跳舞				
是	12.510	5.081	6.062	0.014
否	0.000 ^a			
是否经常运动				
是	13.515	5.743	5.537	0.019
否	0.000 ^a			
Cobb 角度	-0.154	0.272	0.319	0.572
旋转角度	-0.404	0.474	0.729	0.393
膈肌厚度	62.228	108.42	0.329	0.566
膈肌移动度	7.410	2.007	13.637	0.000

注:^a*P*<0.05

表 4 变量赋值

变量	赋值
性别	男=1;女=0
侧凸部位	L ₁ ~L ₂ =1;T ₃ ~T ₄ =2;T ₅ ~T ₇ =3;T ₈ ~T ₉ =4
病程	数值
是否学跳舞	是=1;否=0
是否经常运动	是=1;否=0
Cobb 角	数值
旋转角度	数值
膈肌活动度	数值
吸气肌肌力指数	数值

讨 论

有研究认为,轻中度特发性脊柱侧凸对肺功能的影响主要是机械性的,脊柱侧凸造成胸廓畸形,造成胸廓矢状径、冠状径和高度发生改变,解剖上的变化会限制胸壁运动,降低肺的顺应性,使肺组织受压变形,限制肺通气功能^[6-7]。也有研究显示,早发型脊柱侧凸可能会影响患者患侧肺泡的增殖,从而造成肺泡数目减少,影响肺通气功能^[8]。

本研究以肺功能指标 FVC%、FEV1%、MVV%作为因变量,采用线性回归分析探讨其影响因素,结果显示,膈肌活动度是影响脊柱侧凸患者肺通气功能的独立影响因素,即患者膈肌活动度越好,患者的肺通气功能越好。其可能机制是患者脊柱长期处于侧曲状态,使膈肌活动范围降低、处于短缩状态,长度-张力功能

表 5 患者肺功能指标影响因素的广义线性回归分析结果

变量	<i>B</i>	<i>S.E</i>	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)	
FVC						
截距	37.660	9.922	14.406	0.000	18.212	57.107
膈肌移动度	4.427	1.480	8.952	0.003	1.527	7.327
FEV1						
截距	22.837	12.109	3.557	0.059	-0.896	46.569
膈肌移动度	4.863	1.735	7.859	0.005	1.463	8.264
MVV						
截距	32.485	14.401	5.089	0.024	4.261	60.710
膈肌移动度	5.686	2.197	6.699	0.010	1.380	9.992

退化使得膈肌定位不良,膈肌得不到充分的运动,不足以带动肺胸廓进行充分的扩张,从而导致气道阻力增加和气体交换不足,引起肺功能降低。同时也提示在脊柱侧凸患者的康复训练中,除正常的形体矫治外,还应开展以增强膈肌活动度为目的的呼吸训练。通过呼吸训练,改善患者的呼吸肌肌力及肺通气功能,从而降低脊柱侧凸对呼吸功能的损害,提高整体康复治疗效果。

脊柱侧凸患者的肺功能也可能受到其他因素的影响,如凸出严重程度、旋转角度、年龄等^[9-11]。本研究结果显示 Cobb 角与肺功能指标间呈现负相关,但回归系数并无统计学意义,这一结果与杜青等研究结果类似^[12]。其可能原因是纳入研究的样本量较小,纳入患者均为轻中度患者,侧凸角度相对较小(中位数为 15°)。

本研究结果表明,膈肌活动度是特发性脊柱侧凸青少年患者肺通气功能的独立影响因素。在对特发性脊柱侧凸青少年患者进行矫治的同时,应该加强呼吸康复训练,提高膈肌功能,改善患者的肺通气功能,减轻对患者呼吸功能的损害。本研究也存在一些不足,首先,本研究样本量偏小,尽管多因素分析时可以基本满足回归分析的样本量要求,但这必然也会影响研究结果的可靠性;其次,由于收集的变量有限,部分影响患者肺通气功能的指标并未纳入分析。今后将扩大样本量,就脊柱侧凸对肺通气功能的影响开展前瞻性、多中心研究,以获得更为可靠的结果,为临床实践提供依据。

参 考 文 献

[1] Ledonio CG, Rosenstein BE, Johnston CE, et al. Pulmonary function tests correlated with thoracic volumes in adolescent idiopathic scoliosis

[J]. J Orthop Res,2017 ,35(1):175-182. DOI:10.1002/jor.23304.
[2] Hennepe N, Faraj SS, Pouw MH, et al. Pulmonary symptoms in adolescent idiopathic scoliosis; a systematic review to identify patient-reported and clinical measurement instruments[J]. Eur Spine J,2022, 31(7):1916-1923. DOI: 10.1007/s00586-022-07204-z.
[3] 张银昌,沙士甫,姜恩泽,等.青少年 Chiari 畸形伴脊柱侧弯与特发性脊柱侧弯患者肺功能损害的特征[J].中华医学杂志,2018,98(6):418-421. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.06.004.
[4] 闫汉超. 脊柱侧弯对肺功能影响的临床观察[J]. 现代医学与健康研究, 2018,2(6): 66.
[5] Sperandio EF, Alexandre AS, Yi LC, et al. Functional aerobic exercise capacity limitation in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine J, 2014,14(10):2366-2372. DOI:10.1016/j.spinee.2014.01.041.
[6] 张路,丛卉,刘淑芬,等. 肺功能正常的 46 例青少年特发性脊柱侧凸患者心肺运动试验结果分析[J].中华物理医学与康复杂志, 2018,40(1): 43-47. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.01.012.
[7] Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. N Engl J Med, 2013, 369(16): 1512-1521. DOI:10.1056/NEJMoa1307337.
[8] 许晓林,王升儒,仇建国. 早期脊柱融合对早发性脊柱侧凸患者肺功能及胸廓发育的影响. 中华骨科杂志, 2022,42(6): 382-387. DOI:10.3760/cma.j.cn121113-20201224-00748.
[9] Steen H, Pripp AH, Lange JE, et al. Predictors for long-term curve progression after Boston brace treatment of idiopathic scoliosis[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2020,57(1): 101-109. DOI: 10.23736/S1973-9087.20.06190-0.
[10] 吕砚,方伟武,徐学武,等.脊柱侧弯 142 例的肺功能障碍特征及相关因素分析[J].临床军医杂志,2012,40(1): 76-78. DOI:10.3969/j.issn.1671-3826.2012.01.029.
[11] 沈洁. 女性特发性脊柱侧弯进展影响因素分析及预测模型研究[D].上海:上海体育学院,2021.
[12] 杜青,周璇,陈楠,等.轻中度青少年特发性脊柱侧凸患者肺功能研究[J].中国康复医学杂志,2016,31(7): 752-755. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.07.007.

(修回日期:2022-06-02)
(本文编辑:凌 琛)