

高海拔地区脊柱侧凸患者心肺功能变化

胡星新,陵廷贤,周帮健,强 喆,安永刚,刘立岷

【摘要】 目的 评估高寒缺氧环境对脊柱侧凸患者心肺功能的影响。**方法** 回顾分析 2006 年 1 月~2012 年 12 月本院收治的高海拔地区特发性脊柱侧凸患者 31 例,并选取同时期来自平原地区的其他特征(年龄、性别、侧凸角、后凸角)相似特发性脊柱侧凸患者 31 例作配对研究。收集并分析 62 例患者术前站立位全脊柱正侧位 X 线片、术前肺功能和心脏彩超检查结果。**结果** 高海拔地区脊柱侧凸患者心脏彩超结果中每搏输出量(stroke volume, SV)、射血分数(ejection fraction, EF)、左房内径(left atrial internal diameter, LAID)、左室内径(left ventricular internal diameter, LVID)、右房内径(right atrial internal diameter, RAID)以及肺功能检查中肺活量(vital capacity, VC)、肺总量(total lung capacity, TLC)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、一秒率($FEV_1/FVC\%$)大小与平原地区脊柱侧凸患者检查结果相比差异无统计学意义($P>0.05$)。而高海拔地区与平原地区脊柱侧凸患者的右室内径(right ventricular internal diameter, RVID)、第一秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV_1)实测值相比,差异具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 高海拔地区与平原地区脊柱侧凸患者的心肺功能总体上无明显差异,在进行术前评估、准备和围手术期处理上,高海拔地区脊柱侧凸患者与平原地区脊柱侧凸患者相比并无特殊。

【关键词】 胸椎; 脊柱侧凸; 心脏功能试验; 呼吸功能试验; 高海拔; 手术期间

【中图分类号】 R 682.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2015)03-0171-05

【DOI】 doi:10.3969/j.issn.1672-2957.2015.03.011

Cardiopulmonary function in patients affected by scoliosis in high altitude regions HU Xing-xin, LIN Ting-xian, ZHOU Bang-jian, QIANG Zhe, AN Yong-gang, LIU Li-min. Department of Orthopaedic, West China Hospital, Sichuan University, 610041 Chengdu, Sichuan, China

【Abstract】 Objective To evaluate the impacts of cold, hypoxic environment on cardiopulmonary function in patients with scoliosis in high altitude regions. **Methods** From January 2006 to December 2012, 31 cases of idiopathic scoliosis in high altitude regions with complete clinical datas were analyzed, retrospectively. The other 31 patients with idiopathic scoliosis in plain regions were chosen as control group with the similar age, sex and the main Cobb's angle. All the patients were evaluated by supine anteroposterior and lateral radiographs of the entire spine, pulmonary function test and echocardiography preoperatively. **Results** There were no significant differences in the values of left atrial internal diameter(LAID), left ventricular internal diameter(LVID), right atrial internal diameter(RAID), stroke volume(SV), ejection fraction(EF), forced vital capacity(FVC), the actual measured value of forced expiratory volume in one second accounted for the percentage of the reference values of FVC ($FEV_1/FVC\%$), vital capacity(VC), total lung capacity(TLC) between the scoliotic patients in high altitude and plain regions. The actual measured value of forced expiratory volume in one second(FEV_1) and the value of right ventricular internal diameter(RVID) in scoliotic patients in high altitude areas were smaller than those in plain areas. **Conclusion** In general, scoliotic patients in high altitude areas have the similar cardiopulmonary function as those who live in plain areas. Compared with scoliotic patients in the plain regions, no more extra preparations are needed in the perioperative period.

【Key words】 Thoracic vertebrae; Scoliosis; Hearts function tests; Respiratory function tests; Altitude; Intraoperative period

J Spinal Surg, 2015,13(3):171-175

高海拔地区的特殊地理环境(低压缺氧、严寒)

对人体器官(如心脏、肺、大脑等)均有影响。呼吸系统和循环系统对低气压缺氧比较敏感,在人体发生高原反应和高海拔低氧适应等方面有很大的作用。持续的低氧环境能对全身不同的系统产生不同

作者简介:胡星新(1987—),硕士,医师

作者单位:610041 四川,四川大学华西医院骨科

通信作者:刘立岷 liu_spine@163.com

的效应。对于呼吸系统,往往导致肺通气量增加,并出现不同程度的中枢性呼吸衰竭和肺水肿;对于循环系统,机体的代偿性反应使心排出量增加、血液重新分布、肺血管收缩和毛细血管增生,而长期的代偿或失代偿反应,则可导致肺动脉高压、心肌舒缩功能障碍、心律失常和高血压等病理状态^[1-3]。因此,这种特殊的地理环境或继发的病理状态对机体心肺的结构和功能产生影响。

脊柱侧凸是一种复杂的三维畸形,除了冠状面的侧凸外,还存在矢状面的前凸/后凸和水平面的旋转畸形^[4],脊柱畸形和因旋转所导致的胸廓肋骨畸形对脊柱侧凸患者心肺功能产生一定的损害。Hippocrates^[5]报道脊柱侧凸患者有心肺功能损害等并发症。因此高海拔地区的脊柱侧凸患者同时面临严峻的低压低氧、严寒环境和脊柱畸形,而既往文献中对高海拔地区脊柱侧凸患者的心肺功能变化的研究较少。

本研究通过分析严寒缺氧环境对高海拔地区脊柱侧凸患者心肺功能的影响,并评估其术前准备和围手术期处理上是否和平原地区脊柱侧凸患者相同。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2006 年 1 月~2012 年 12 月本院收治的有完整病历资料的高海拔地区和平原地区特发性脊柱侧凸患者各 31 例。高海拔地区脊柱侧凸患者平均年龄 15.5 岁,男 14 例,女 17 例;平原地区脊柱侧凸患者平均年龄 16.3 岁,男 12 例,女 19 例。纳入标准:①长期居住在海拔 >3 000 m 及海拔 <500 m 地区;②Cobb 法测量站立位全脊柱正位片中主弯 Cobb 角 >45°且患者自愿选择手术治疗;③部分主弯 Cobb 角 <45°但后凸畸形严重或影响患者的外观,患者强烈要求改善外观;④近 3 个月患者呼吸系统无感染性疾病,无其他首发的心脏疾病。

1.2 方法

对 62 例患者常规摄站立位全脊柱正侧位 X 线片、左右 bending 位 X 线片、胸廓三维 CT、颈胸腰椎 MRI、术前肺功能和心脏彩超检查。用 Cobb 法测量脊柱侧凸度数,冠状面侧凸 Cobb 角为结构性主弯上下端椎之间的夹角,胸椎后凸角为 T₅ 上终板和 T₁₂ 下终板的夹角。完善患者胸廓三维 CT、颈胸腰椎 MRI 以排除患者病理性骨质破坏和神经系统疾病。术前所有侧凸患者肺功能检查包括肺活量(vital capacity, VC)、肺总量(total lung capacity, TLC)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第一秒用力

呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV₁)、一秒率(FEV₁/FVC%);心脏彩超检查包括每搏输出量(stroke volume, SV)、射血分数(ejection fraction, EF)、左房内径(left atrial internal diameter, LAID)、左室内径(left ventricular internal diameter, LVID)、右房内径(right atrial internal diameter, RAID)、右室内径(right ventricular internal diameter, RVID)。收集所有患者的年龄、性别、冠状面侧凸 Cobb 角、胸椎后凸角和肺功能及心脏彩超检查参数的实测值(actual measured value, AMV)和实测值占预测值的百分数(AMV%)值,并对数值进行分析。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 21.0 软件对数据进行分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用配对样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

高海拔地区及平原地区脊柱侧凸患者的年龄、冠状面 Cobb 角大小、胸椎后凸角大小相比差异无统计学意义($P > 0.05$,见表 1)。高海拔地区脊柱侧凸患者主胸弯向右侧 24 例(77.42%),左主胸弯有 7 例,平原地区脊柱侧凸患者主胸弯向右侧 25 例(69.44%),左主胸弯有 6 例。高海拔地区与平原地区脊柱侧凸患者心脏彩超(LVID、LAID、RAID、RVID、SV、EF)结果见表 2。其中高海拔地区脊柱侧凸患者的 RVID 比平原地区脊柱侧凸患者的 RVID 小(16.61 ± 2.36 vs. 17.63 ± 1.60),差异具有统计学意义($P < 0.05$),2 组患者心脏彩超结果中的 LVID、LAID、RAID、SV、EF 相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。患者在术前检查中小部分有功能性或器质性病变,高海拔地区患者功能性病变 5 例(16.1%),其中有轻度肺动脉高压 3 例,轻度二尖瓣反流 2 例;器质性病变 1 例(3.23%),残存左上腔静脉。平原地区患者中有功能性病变 7 例(22.6%),其中二尖瓣反流 2 例,三尖瓣反流 4 例,同时出现主动脉瓣、二尖瓣反流 1 例;器质性病变 2 例(6.5%),室间隔缺损 1 例,二尖瓣畸形并伴有三尖瓣反流 1 例。在围手术期,发现 3 例有器质性病变的患者出现轻微的血流动力学改变,但经过积极内外科治疗均平稳渡过。

高海拔地区与平原地区脊柱侧凸患者 VC、TLC、FVC、FEV₁/FVC% 差异无统计学意义($P > 0.05$),但高海拔地区脊柱侧凸患者的 FEV₁ 实测值比平原地区脊柱侧凸患者的 FEV₁ 实测值要小(2.0 ± 0.74 vs. 2.36 ± 0.6),差异具有统计学意义($P < 0.05$,见表 3)。

表 1 2 组患者的基本参数
Tab.1 Basic parameters of 2 groups

n = 31, $\bar{x} \pm s$			
组别 Groups	年龄/岁 Age/years	冠状面 Cobb 角/(°) Cobb's angle/(°)	胸椎后凸角/(°) Thoracic kyphosis angle (T ₅₋₁₂)/(°)
高海拔地区患者 Patients in high altitude regions	15.5 ± 4.2	62.6 ± 21.9	37.9 ± 17.0
平原地区患者 Patients in plain regions	16.3 ± 5.9	59.4 ± 22.1	44.4 ± 17.4

表 2 2 组患者心脏彩超结果
Tab.2 Echocardiography examination of 2 groups

n = 31, $\bar{x} \pm s$						
组别 Groups	LVID/mm	L AID/mm	RVID/mm	R AID/mm	SV/mL	EF/(%)
高海拔地区患者 Patients in high altitude regions	40.78 ± 5.93	26.06 ± 4.53	16.61 ± 2.36 *	32.67 ± 5.52	51.44 ± 17.45	67.61 ± 4.85
平原地区患者 Patients in plain regions	41.44 ± 3.24	24.96 ± 3.40	17.63 ± 1.60	34.11 ± 4.75	53.19 ± 11.17	68.78 ± 5.15

注: * 与平原地区相比, $P < 0.05$
Note: * Compared with patients in plain regions, $P < 0.05$

表 3 2 组患者肺功能结果
Tab.2 Pulmonary function test of 2 groups

n = 31, $\bar{x} \pm s$						
组别 Group	FVC/L		FEV ₁ /L		FEV ₁ /FVC%	
	AMV	AMV%	AMV	AMV%	AMV	AMV%
高海拔地区患者 Patients in high altitude regions	2.27 ± 0.91	82.93 ± 22.78	2.00 ± 0.74 *	88.04 ± 22.64	89.12 ± 7.62	—
平原地区患者 Patients in plain regions	2.68 ± 0.7	90.05 ± 13.38	2.36 ± 0.6	93.22 ± 15.25	88.04 ± 6.36	—

组别 Group	VC/L		TLC/L	
	AMV	AMV%	AMV	AMV%
高海拔地区患者 Patients in high altitude regions	2.30 ± 0.91	82.61 ± 22.45	3.33 ± 1.14	94.53 ± 21.07
平原地区患者 Patients in plain regions	2.71 ± 0.69	88.82 ± 12.96	3.96 ± 0.98	98.75 ± 16.04

注: * 与平原地区相比, $P < 0.05$
Note: * Compared with patients in plain regions, $P < 0.05$

3 讨 论

脊柱侧凸是复杂的三维畸形^[6-8],椎体的旋转往往导致“剃刀背”的形成和两侧胸腔大小不对称,而胸廓畸形被称为脊柱侧凸的第四维畸形^[8]。脊柱弯曲和胸廓畸形不仅影响患者外观,更重要的是影响胸腔内脏器的正常生长发育,导致不可逆的心肺功能损害^[9]。Tsiligiannis 等^[10]认为脊柱侧凸能

导致多因素的肺容量下降的限制性肺部疾病,而且这种多维度畸形使胸腔内器官位置发生改变,并影响肋骨正常运动。Campbell 等^[11]描述了脊柱侧凸患者的胸廓功能不全综合征,胸廓不能支持青少年正常的呼吸功能和肺的发育。Koumbourlis^[12]通过文献综述后认为,脊柱畸形可以从多方面对肺组织产生影响,能妨碍肺泡的增殖生长,并使肺泡萎缩,随之而来的是总肺泡面积的下降,因此导致血-气交

换界面的减少。Belaise 等^[13]认为胸廓的畸形能使肺血管受压和扭曲,可能阻塞血液流动并导致右心室肥厚,甚至发生心衰;对肺实质的压迫导致肺内的支气管和血管扭曲,引起血流/通气比失衡,导致血氧饱和度下降,毛细血管收缩;这些都导致心脏负荷增加,进而导致心功能下降。

在我国的西藏、青海、云南等高原地区呈现海拔高、气压低、空气稀薄、氧分压低的特殊地理环境,长期居住在低气压、低氧分压的地区,对全身各个器官,特别是心、肺等脏器均有影响。Rotta 等^[14]首先报道居住在高海拔地区的健康男性和女性有不同程度的肺动脉高压和右室肥厚。Huicho^[15]认为普遍的对低氧反应就是肺血管收缩,直接导致肺血管的肌层肥厚;一些对高海拔地区生活儿童和青少年的心电图、心电向量测定法、血流动力学和组织病理学研究认为其有持续性肺动脉肌层肥厚,无症状的肺动脉高压和相关的右室肥厚^[16]。Penaloza 等^[17]认为在高海拔地区的当地人有肺动脉高压、右室肥厚和肺动脉远端分支血管平滑肌细胞增生等改变。

本研究显示高海拔地区脊柱侧凸患者的 RVID 比平原地区脊柱侧凸患者的 RVID 小,高海拔地区脊柱侧凸患者主胸弯的方向和平原地区脊柱侧凸患者主胸弯方向相比,差异无统计学意义($P > 0.05$);并且高海拔地区脊柱侧凸患者冠状面 Cobb 角、后凸角与平原地区脊柱侧凸患者相比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。原因可能为高海拔地区的脊柱侧凸患者是长期生活在海拔 $> 3\,000\text{ m}$ 或高原地区的原始居民,这种地理环境已经对患者的心脏功能甚至结构产生影响。但 2 组患者心脏彩超中的 SV、EF、LAID、LVID、RAID 相比差异无统计学意义($P > 0.05$),说明高海拔地区脊柱侧凸患者和平原地区脊柱侧凸患者的心脏发育情况(心容量)和功能(射血能力)大致相同。因此,从总体上来看高海拔地区脊柱侧凸患者可以承受围手术期的血液动力学变化。

62 例患者中,较严重的脊柱侧凸患者(需手术治疗)存在一定比例的心脏功能性异常(12/62)或病理性的结构异常(3/62)。Liu 等^[18]对需要手术治疗的 80 例特发性脊柱侧凸患者术前行心脏彩超检查,有 25 例患者心脏出现功能性或结构性异常。本研究所纳入的患者中,经过彩超检查出现心脏异常的概率较 Liu 等^[18]研究要小,并且大多数患者的心脏功能在代偿范围内,能够承受手术对机体的创

伤。小部分脊柱侧凸患者的心功能参数提示在住院期间会发生一些危险因素,但经过积极的内外科治疗已经平衡渡过围手术期,因此积极的监测、预防并发症发生和多学科的辅助治疗在围手术期显得尤为重要。

FVC、FEV₁、FEV₁/FVC% 是测定患者呼吸道有无阻力的重要指标,在阻塞性通气功能障碍、限制性通气功能障碍的患者中都会下降,下降的程度和气管受压迫的程度相关。在此研究中,高海拔地区脊柱侧凸患者的 FEV₁ 实测值比平原地区患者的要小,分析其原因可能有:①高海拔地区脊柱侧凸患者长期生活在低气压、低氧分压的地理环境下,呼吸肌的运动效率和运动能力和平原地区患者相比要差,在呼吸运动周期中胸廓的运动幅度更加受限^[19];②长期的缺氧状态能增加通气量或通气频率,导致呼吸肌的负荷增加,这些都会加重呼吸肌的疲劳;③长期暴露在严寒地区对人体的呼吸系统有许多影响:支气管长期收缩,气道分泌物增多以致气道堵塞都减弱肺脏的生物机械学性能^[20];④长期的严寒环境增加气道阻力,这些都导致 FEV₁ 比相同情况下的平原脊柱侧凸患者要小。而高海拔地区脊柱侧凸患者 FVC、FEV₁/FVC%、VC、TLC 的 AMV 和 AMV% 与平原地区脊柱侧凸患者相比差异亦无统计学意义($P > 0.05$),说明高海拔地区脊柱侧凸患者在大体程度上与平原地区脊柱侧凸患者的肺功能损害程度相当。

因此,在高海拔地区脊柱侧凸患者的围手术期阶段,可以采取和平原地区脊柱侧凸患者相同的、有针对性的呼吸功能锻炼,比如长期深呼吸运动、吹气球以及爬楼梯等,改善通气功能,提高肺活量,为手术后可能出现的呼吸功能减退做充分的代偿储备,并可以预防和减少术后呼吸功能不全的发生。在短期内迅速改善患者围手术期的肺功能,增加患者对手术的信心,降低麻醉与手术的风险,缩短手术后气管插管的拔管时间,改善术后通气功能有助于患者围术期的稳定和促进术后康复。

脊柱侧凸矫形术时间长、创伤大、出血量大。Wazeka 等^[21]报道,在围术期内脊柱侧凸肺功能障碍者可能发生肺炎、肺不张、呼吸功能不全等并发症;必要时,辅助应用术后吸氧、机械通气支持、抗感染等对症支持治疗则能够促使患者安全地度过危险时期^[22]。合理的、多学科的共同关注,支持患者的循环、呼吸、神经及消化系统,能够使肺功能障碍

患者耐受侧凸矫形术。而这一点,对不同海拔地区以及适应不同的地理环境的脊柱侧凸患者显得更为重要,因此外科医师要准确的评估高海拔地区脊柱侧凸患者是否可以耐受手术对机体的创伤,早期意识到危险因素的存在并进行适当的干预措施,能减少并发症,还能很大程度改善预后。

因此,对高海拔地区脊柱侧凸患者与平原地区脊柱侧凸患者的心肺功能进行对比,给不同海拔地区脊柱侧凸患者术前正确的准备、患者机体能否耐受手术进行评估以及术后患者发生心肺并发症的预测和处理提供指导,并可以使其完成手术治疗,顺利渡过围术期。

参 考 文 献

- [1] Ostadal B, Kolar F. Cardiac adaptation to chronic high-altitude hypoxia; beneficial and adverse effects[J]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2007, 158(2-3):224-236.
- [2] Maggiorini M. Cardio-pulmonary interactions at high altitude. Pulmonary hypertension as a common denominator[J]. *Adv Exp Med Biol*, 2003, 543:177-189.
- [3] Stuber T, Scherrer U. Circulatory adaptation to long-term high altitude exposure in Aymaras and Caucasians[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2010, 52(6):534-539.
- [4] Harris JA, Mayer OH, Shah SA, et al. A comprehensive review of thoracic deformity parameters in scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(12):2594-2602.
- [5] Hippocrates. On the articulations. The genuine works of Hippocrates[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002(400):19-25.
- [6] Mao SH, Qiu Y, Zhu ZZ, et al. Clinical evaluation of the anterior chest wall deformity in thoracic adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(9):E540-548.
- [7] Kadoury S, Shen J, Parent S. Global geometric torsion estimation in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Med Biol Eng Comput*, 2014, 52(4):309-319.
- [8] Charles YP, Diméglio A, Marcoul M, et al. Influence of idiopathic scoliosis on three-dimensional thoracic growth[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(11):1209-1218.
- [9] 余文, 张永刚, 郑国权, 等. 青少年特发性脊柱侧凸患者术前肺功能影响因素分析及临床意义[J]. *脊柱外科杂志*, 2014, 12(2): 81-86.

- [10] Tsiligiannis T, Grivas T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis[J]. *Scoliosis*, 2012, 7(1):7.
- [11] Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85(3):399-408.
- [12] Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system[J]. *Paediatr Respir Rev*, 2006, 7(2):152-160.
- [13] Belaise C, Annicchiarico N, Camerota G, et al. The natural progression of cardiorespiratory failure in scoliosis[J]. *Ital J Orthop Traumatol*, 1988, 14(2):273-279.
- [14] Canepa A, Chavez R, Hurtado A, et al. Pulmonary circulation at sea level and at high altitudes[J]. *J Appl Physiol*, 1956, 9(3):328-336.
- [15] Huicho L. Postnatal cardiopulmonary adaptations to high altitude[J]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2007, 158(2-3):190-203.
- [16] Hulme CW, Ingram TE, Lonsdale-Eccles DA. Electrocardiographic evidence for right heart strain in asymptomatic children living in Tibet—a comparative study between Han Chinese and ethnic Tibetans[J]. *Wilderness Environ Med*, 2003, 14(4):222-225.
- [17] Penalzoa D, Arias-Stella J. The heart and pulmonary circulation at high altitudes: healthy highlanders and chronic mountain sickness[J]. *Circulation*, 2007, 115(9):1132-1146.
- [18] Liu L, Xiu P, Li Q, et al. Prevalence of cardiac dysfunction and abnormalities in patients with adolescent idiopathic scoliosis requiring surgery[J]. *Orthopedics*, 2010, 33(12):882.
- [19] Vitale MG, Wright J. Outcomes in children with early onset scoliosis[M]. Berlin: The Growing Spine. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 547-553.
- [20] Mustafa S, Elgazzar A, Khadadah M, et al. Lung perfusion is affected by chronic cold exposure[J]. *Journal of Thermal Biology*, 2013, 38(5):214-217.
- [21] Wazeka AN, DiMaio MF, Boachie-Adjei O. Outcome of pediatric patients with severe restrictive lung disease following reconstructive spine surgery[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(5):528-534.
- [22] 王迎松, 解京明, 张颖, 等. 脊柱侧后凸伴有显著通气功能障碍的围手术期处理[J]. *脊柱外科杂志*, 2009, 7(1):26-30.

(收稿日期:2014-03-26)

(本文编辑 张建芬)