

强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形患者 膈肌旋转与肺功能的相关性分析

赵 陆, 刘 超, 张永刚, 郑国权, 唐翔宇, 张国莹, 付 君, 郭鸿飞, 毛克亚

(中国人民解放军总医院脊柱外科 100853 北京市)

【摘要】目的:分析强直性脊柱炎(AS)胸腰椎后凸畸形患者膈肌矢状位旋转程度与肺功能的相关性。**方法:**以 2011 年 6 月~2014 年 1 月在我院行截骨矫形术的 AS 胸腰椎后凸畸形患者 30 例为研究对象,术前均进行肺功能测定,肺功能参数包括:肺活量(lung volume capacity, VC)、每分钟通气量(minute ventilation volume, MVV)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第 1 秒最大呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)、第 1 秒最大呼气率(FEV1/FVC)、最大呼气流量(maximum expiratory flow volume, PEF)、补吸气量(inspiratory reserve volume, IRV)和补呼气量(expiratory reserve volume, ERV),根据肺功能实测值计算所有肺功能指标占预计值的百分比;对其躯干进行术前三维 CT 重建,在正中矢状面上测量膈肌旋转角(diaphragm rotation angle, DA)和 T1-S1 Cobb 角,应用相关软件对正中矢状面上测量的 DA 和术前 T1-S1 Cobb 角及肺功能参数进行相关性分析。**结果:**手术前 30 例患者的 VC 为 $(68.26 \pm 6.78)\%$, MVV 为 $(56.71 \pm 6.90)\%$, FVC 为 $(69.10 \pm 6.34)\%$, FEV1 为 $(43.24 \pm 5.67)\%$, FEV1/FVC 为 $(46.48 \pm 3.81)\%$, PEF 为 $(78.07 \pm 11.91)\%$, IRV 为 $(54.85 \pm 6.37)\%$, ERV 为 $(63.37 \pm 19.73)\%$; DA 为 $-28.18^\circ \pm 9.67^\circ$, T1-S1 Cobb 角为 $49.17^\circ \pm 7.43^\circ$ 。DA 与 T1-S1 Cobb 角呈负相关($r = -0.5337, P < 0.05$),与 VC 和 FVC、PEF、IRV、ERV 呈正相关($r = 0.6184, 0.3893, 0.4966, 0.3732, 0.3633, P < 0.05$),与 FEV1、FEV1/FVC 和 MVV 无显著相关性($P > 0.05$)。**结论:**AS 胸腰椎后凸畸形患者膈肌在矢状位上的旋转程度随后凸程度的增加而加重,肺功能随膈肌旋转程度增加而下降。

【关键词】强直性脊柱炎;胸腰椎后凸;肺功能;膈肌旋转

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.09.08

中图分类号:R682.3, R593.23 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-09-0811-04

The correlation between the diaphragmatic sagittal rotation and pulmonary dysfunction in ankylosing spondylitis kyphosis/ZHAO Lu, LIU Chao, ZHANG Yonggang, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(9): 811-814

【Abstract】 Objectives: To analyse the correlation between the pulmonary dysfunction patterns and the diaphragmatic sagittal rotation in AS thoracolumbar kyphosis. **Methods:** From June 2011 to January 2014, 30 patients in our department with thoracolumbar kyphotic deformity secondary to ankylosing spondylitis and undergoing pedicle subtraction osteotomy were reviewed retrospectively. The pulmonary function tests were performed preoperatively including: lung volume capacity(VC), minute ventilation volume(MVV), forced vital capacity(FVC), forced expiratory volume in one second(FEV1), FEV1/FVC, maximum expiratory flow volume(PEF), inspiratory reserve volume(IRV), expiratory reserve volume(ERV). The percentage of all lung function indexes was measured according to the results. All the patients had computed tomographic scan and three dimensional reconstruction, full-length spine radiographs. The diaphragm angle (DA) and T1-S1 Cobb angle on median sagittal plane were measured. The Pearson coefficient was used to evaluate the correlation between DA and pulmonary function and the T1-S1 Cobb angle, respectively. **Results:** The VC value was $(68.26 \pm 6.78)\%$, MVV value was $(56.71 \pm 6.90)\%$, FVC value was $(69.10 \pm 6.34)\%$, FEV1 value was $(43.24 \pm 5.67)\%$, FEV1/FVC value was $(46.48 \pm 3.81)\%$, PEF value was $(78.07 \pm 11.91)\%$, IRV value was $(54.85 \pm 6.37)\%$, ERV value was $(63.37 \pm 19.73)\%$; DA was $-28.18^\circ \pm 9.67^\circ$, T1-S1 Cobb angle was $49.17^\circ \pm 7.43^\circ$. The data analysis presented a nega-

第一作者简介:男(1985-),在读硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66938302 E-mail:zl2012301@163.com

通讯作者:毛克亚 E-mail:maokeya@sina.com;张永刚

tive correlation between DA value and the Cobb T1-S1($r=-0.5337$, $P<0.05$). There was also positive correlations between the DA value and VC, FVC, ERV, IRV and PEF($r=0.6184$, 0.3893 , 0.4966 , 0.3732 , 0.3633 ; $P<0.05$). There was no significant correlations between the DA value and FEV1, FEV1/FVC and MVV($P>0.05$).

Conclusions: Diaphragm rotate more severely with the Cobb T1-S1 increasing; the diaphragmatic sagittal rotation is also a aggravating factor of pulmonary dysfunction in AS patients with kyphosis.

【Key words】 Ankylosing spondylitis; Thotacolumbar kyphosis; Pulmonary function; Diaphragm rotation

【Author's address】 Department of Spine Surgery, General Hospital of PLA, Beijing, 100853, China

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)是一种主要累及中轴骨的慢性炎症性疾病,病变通常起始于骶髂关节及腰椎,随后逐渐向上端发展引起脊柱胸廓的僵直,晚期可发展为严重的胸腰椎后凸畸形,导致患者出现腰背疼痛、肺功能下降、身体前倾、步态发生变化、食欲下降和骨质疏松等并发症,严重影响患者功能和生活质量^[1-3]。AS 胸腰椎后凸畸形患者普遍存在肺功能损害,引起这种损害的因素有炎症反应导致的肋椎关节、肋横突关节损害伴随的疼痛和骨性僵直导致胸廓扩张受限,膈肌变化等^[4-7]。目前对 AS 患者肺功能影响因素的研究主要集中在分析疾病与病程、活动程度、肺实质病变、肋椎关节损害和脊柱活动程度之间的相关性^[4-10]。AS 胸腰椎后凸畸形患者膈肌的矢状位旋转与肺功能损害的相关研究未见报道。本研究以 2011 年 6 月~2014 年 1 月在我院行截骨矫形术的 30 例 AS 胸腰椎后凸畸形患者的 CT 影像资料为基础,观察膈肌在矢状位的旋转情况,并探讨膈肌矢状位旋转与术前肺功能各项指标之间的相关性及其临床意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2011 年 6 月~2014 年 1 月在我院行截骨矫形术的 AS 胸腰椎后凸畸形的患者,符合以下标准的患者纳入本研究:(1)由 2 位以上经验丰富的风湿免疫科医师做出 AS 诊断;(2)有胸腰椎后凸畸形;(3)无吸烟史和心血管疾病;(4)术前行肺功能检测及扫描到骶骨及耻骨的全脊柱 CT 三维重建;(5)术前测定间隔 6 个月的两次红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)和 C 反应蛋白(C reactive protein, CRP)均在正常值范围。排除标准:(1)伴有颈-胸畸形;(2)存在脊柱病理性骨折或假关节;(3)伴有影响肺功能的疾病;(4)进行过可能影响肺功能的腹部和胸腔手术。共筛选出 30 例患者,男 27 例,女 3 例,年龄 38.6 ± 3.8 岁

(26~54 岁)。

1.2 肺功能检测

手术前均由我院肺功能检查室进行肺功能测定。主要评价参数:肺活量(lung volume capacity, VC)、每分钟通气量(minute ventilation volume, MVV)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第 1 秒最大呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)、第 1 秒最大呼气率(FEV1/FVC)、最大呼气流量(maximum expiratory flow volume, PEF)、补吸气量(inspiratory reserve volume, IRV)和补呼气量(expiratory reserve volume, ERV),根据肺功能实测值计算所有肺功能指标占预计值的百分比。由于胸腰椎后凸畸形的 AS 患者身高无法准确测量,在计算肺功能指标的预计值时采用臂展长度替代身高。

1.3 膈肌旋转程度测量

术前以多排螺旋 CT 行全脊柱扫描,应用相关软件行三维重建,在躯干三维重建的矢状位上测量膈肌旋转角(diaphragm rotation angle, DA):以躯干正中矢状面上膈肌最前面的附着点为剑突,后方附着位相当于 T12 椎体下缘,剑突到 T12 椎体下缘连线代表膈肌。DA 测量方法见图 1,剑突到 T12 椎体下缘连线 ab 的垂线 p 与 ab 中点和骶骨前角到耻骨上缘连线 cd 的中点连线 ef 的夹角即为 DA。由于剑突相当于 T9 椎体水平, p 线在 ef 线前方则 DA 为正值,相反则为负值。DA 数值越小则膈肌旋转程度越重。以上数值由两位观察者独立测量两次,取两次测量的平均值。

1.4 Cobb 角的测量

手术前对所有 AS 患者拍摄包括腰骶椎和骨盆在内的站立位全脊柱正侧位 X 线片,在侧位 X 线片上测量 T1-S1 Cobb 角:T1 上缘切线与 S1 上缘切线形成的夹角。

1.5 统计分析

采用 Pearson 相关性分析对 AS 胸腰椎后凸畸形患者的 DA 与肺功能参数、T1-S1 Cobb 角的



图1 膈肌旋转角(DA)测量方法:p线为剑突到T12椎体下缘连线ab的垂线;ef线为ab线中点与骶骨前角到耻骨上缘连线cd中点的连线,ef和p线构成的角即为DA 图2 T1-S1 Cobb角测量方法:术前站立位全脊柱侧位X线片T1上缘切线与S1上缘切线的夹角

Figure 1 The measure of DA: line p is the vertical line of distance between xiphoid and the margo inferior of T12; line ef is the distance between the midpoint of line ab and the midpoint of line cd that showed in the figure1; DA is included angle of the line ef and p.

Figure 2 The measure of T1-S1 Cobb angle: The standing position of whole spine lateral X-ray film with AS Preoperative. T1-S1 Cobb angle is the included angle of the margo superior of T1 and S1

相关性进行分析。数据处理均采用 SPSS 16.0 统计软件进行分析, $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

手术前 30 例患者的 VC 为 $(68.26\pm 6.78)\%$, MVV 为 $(56.71\pm 6.90)\%$, FVC 为 $(69.10\pm 6.34)\%$, FEV1 为 $(43.24\pm 5.67)\%$, FEV1/FVC 为 $(46.48\pm 3.81)\%$, PEF 为 $(78.07\pm 11.91)\%$, IRV 为 $(54.85\pm 6.37)\%$, ERV 为 $(63.37\pm 19.73)\%$; DA 为 $-28.18^\circ\pm 9.67^\circ$, T1-S1 Cobb 角为 $49.17^\circ\pm 7.43^\circ$ 。DA 与 VC、FVC、PEF、IRV、ERV 呈显著性正相关 ($P<0.05$), 与 MVV、FEV1、FEV1/FVC 无显著相关性 ($P>0.05$, 表 1), 表明膈肌在矢状位上发生的旋转程度越重, 对深呼吸过程中肺功能影响也越严重; DA 与 T1-S1 Cobb 角存在负相关性(表 1), 表明 AS 胸腰椎后凸畸形的患者的脊柱后凸畸形越重, 患者膈肌在矢状位上旋转越重。

3 讨论

AS 患者普遍存在肺功能损害, 损害类型主要有限制性通气功能障碍、阻塞性通气功能障碍和混合性通气功能障碍, 其中以限制性通气障碍为主^[7,10-13]。形成肺功能障碍原因有多种, 除肺实质本身的病变外, AS 疾病早期由于炎症引起的胸椎各关节疼痛可导致 AS 患者呼吸运动降低; AS 疾病晚期, 由于胸廓各关节及脊柱骨性融合引起的胸廓活动度下降, 进而导致 AS 患者出现限制性通气功能障碍^[4-7,14]。当患者出现限制性通气功能障碍后, 腹式呼吸的代偿作用变得十分重要。呼吸活动动力装置之一的膈肌活动在腹式呼吸中起主要作用, 尤其在胸廓活动受限情况下, 深呼吸时膈

表 1 DA 与 T1-S1 Cobb 角及肺功能参数的相关性 ($n=30$)

Table 1 The relationship between DA and T1-S1 Cobb angle and pulmonary function test

	膈肌旋转角 Diaphragm angle	
	<i>r</i>	<i>P</i>
VC	0.3732	0.042
MVV	0.1249	0.511
FVC	0.3633	0.048
FEV1	0.0387	0.839
FEV1/FVC	0.1064	0.576
PEF	0.4966	0.005
IRV	0.6184	0.000
ERV	0.3893	0.033
T1-S1 Cobb 角 T1-S1 Cobb angle	-0.5337	0.002

肌的这种代偿作用更为明显^[11-13]。目前, 对伴有胸腰椎后凸畸形的 AS 患者的肺功能损害因素的研究主要针对胸廓及膈肌活动度、肺实质本身病变等, 未见关于 AS 胸腰椎后凸畸形患者膈肌的矢状位旋转程度与肺功能损害的相关性研究报道。本研究以我院 2011 年 6 月~2014 年 1 月行截骨矫形术的伴胸腰椎后凸畸形的 AS 患者为筛选对象, 根据 CT 影像资料, 筛选出 30 例胸廓活动严重受限, 且肺功能检测显示为限制性通气障碍的胸腰椎后凸畸形的 AS 患者进行了研究。

膈肌是主要的呼吸肌, 对肺通气尤其在腹式呼吸中极为重要, 且膈肌的活动度与肺功能有直接的相关性。吸气时不仅胸廓的活动增加胸腔容积, 而且膈肌收缩推动腹腔脏器向前下移动及腹壁舒张增加胸腔容积, 进而增加吸气量。呼气时膈

肌舒张,胸腔容积减小呼气量增加。上述膈肌作用在胸廓活动受限情况下的深呼吸时表现得更加明显。深吸气时,膈肌进一步收缩增加胸腔容积,当膈肌活动受限导致胸腔容积减小进而降低吸入气体量,则肺活量降低。深呼气时腹肌收缩及膈肌舒张,腹腔压力增高挤压脏器推起膈肌抬高减小胸腔容积增加呼气量,而当脏器挤压膈肌的力的方向发生变化,上述作用可能被减弱,则肺活量降低。本研究中 AS 患者的膈肌在矢状位均有旋转,膈肌推动脏器较正常人向后,而后腹壁相对前腹壁是不能舒张的,这就导致膈肌将腹腔脏器推向后方受限,进而限制膈肌的活动范围降低补吸气量。由于膈肌旋转导致在深呼气时作用于膈肌上的方向发生变化,导致膈肌抬起的程度降低,则补呼气量降低。肺活量是由潮气量、补吸气量和补呼气量三部分组成。本研究结果显示,术前 DA 与 T1-S1 Cobb 角存在负性相关,表明 AS 胸腰椎后凸畸形的患者的脊柱后凸畸形越重,患者膈肌在矢状位上旋转越重。DA 与 IRV、ERV、PEF、VC 和用 FVC 呈现正相关,表明膈肌在矢状位上发生的旋转程度越重,对深呼吸过程中肺功能影响也越严重。因此膈肌矢状位旋转是造成 AS 后凸畸形患者肺功能损害的原因之一,且膈肌旋转伴随着后凸畸形的加重而加重。本研究结果同样显示 DA 与最大呼气流量呈正相关,表明膈肌旋转可以减弱膈肌对呼气过程中的力学作用,进而降低肺功能。

综上所述,AS 胸腰椎后凸畸形患者限制性通气障碍的原因有多种。除了炎症导致的胸廓各关节及脊柱骨性融合引起的胸廓活动度下降外,膈肌在矢状位上的旋转也是导致 AS 胸腰椎后凸畸形患者肺功能障碍的一个影响因素。AS 胸腰椎后凸畸形矫形手术理论上可以改善患者躯干屈曲的程度,但不能改善由于肋椎关节损害所导致的胸廓活动度降低及肺实质本身病变等影响 AS 患者肺功能的因素。若能通过矫形手术改善膈肌的旋转则可能在一定程度上改善患者的肺功能,进一步提高患者生活质量及对运动的耐受程度。

4 参考文献

1. Suk KS, Kim KT, Lee SH, et al. Significance of chin-brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients [J]. Spine, 2003, 28(17): 2001-2005.
2. 毛克亚, 王岩, 张永刚, 等. 经椎弓根楔形截骨矫正强直性脊柱炎后凸畸形 [J]. 脊柱外科杂志, 2007, 5(2): 85-87.
3. Kim KT, Suk KS, Cho YJ, et al. Clinical outcome results of pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis with kyphotic deformity [J]. Spine, 2002, 27(6): 612-618.
4. Hunninghake GW, Fauci AS. Pulmonary involvement in the collagen vascular diseases[J]. Am Rev Respir Dis, 1979, 119(3): 471-503.
5. Tanoue LT. Pulmonary involvement in collagen vascular disease: a review of the pulmonary manifestations of the Marfan syndrome, ankylosing spondylitis, Sjogren's syndrome and relapsing polychondritis[J]. Thorac Imaging, 1992, 7(2): 62-77.
6. Wiedemann HP, Matthay RA. Pulmonary manifestations of the collagen vascular diseases[J]. Clin Chest Med, 1989, 10(4): 677-722.
7. Fisher LR, Cawley MID, Holgate ST. Relation between chest expansion, pulmonary function, and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis[J]. Ann Rheum Dis, 1990, 49(11): 921-925.
8. Ayhan-Ardic FF, Oken O, Yorgancioglu ZR, et al. Pulmonary involvement in lifelong non-smoking patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis without respiratory symptoms[J]. Clin Rheumatol, 2006, 25(2): 213-218.
9. Braun J, Brandt J, Listing J, et al. Treatment of active ankylosing spondylitis with infliximab: a randomised controlled multicentre trial[J]. Lancet, 2002, 359(9313): 1187-1193.
10. 王鑫强, 钱邦平, 邱勇, 等. 肋椎关节损害对强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形患者肺功能的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(12): 1084-1089.
11. Grimby G, Fugl-Meyer AR, Bloomstand A. Partitioning of the contribution of rib cage and abdomen to ventilation in ankylosing spondylitis[J]. Thorax, 1974, 29(2): 179-184.
12. Hauge BN. Diaphragmatic movement and spirometric volume in patients with ankylosing spondylitis [J]. Scand J Respir Dis, 1973, 54(1): 38-44.
13. Ünlü E, Pamuk ÖN, Erer B, et al. Diaphragmatic movements in ankylosing spondylitis patients and their association with clinical factors: an ultrasonographic study[J]. Rheumatol Int, 2012, 32(2): 435-437.
14. Cerrahoglu L, Unlu Z, Can M, et al. Lumbar stiffness but not thoracic radiographic changes relate to alteration of lung function tests in ankylosing spondylitis [J]. Clin Rheumatol, 2002, 21(4): 275-279.

(收稿日期:2015-05-25 末次修回日期:2015-08-07)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)

1. Suk KS, Kim KT, Lee SH, et al. Significance of chin-brow