

临床论著

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

王鑫强, 钱邦平, 邱 勇, 朱泽章, 蒋 军, 季明亮, 冯 帆, 胡 俊, 汪 飞

(南京大学医学院附属鼓楼医院骨科 210008 南京市)

【摘要】目的:分析强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)胸腰椎后凸畸形患者肺功能损害的模式,探讨其肺功能与肋椎关节损害程度的相关性。方法:2004 年 4 月~2011 年 12 月采用截骨矫形术治疗 45 例 AS 胸腰椎后凸畸形患者,男 41 例,女 4 例,年龄 22~60 岁,平均 34.6 岁;病程 3~37 年,平均 13.5 年。后凸 Cobb 角 55° ~ 120° ,平均 83.5° 。患者术前均行肺功能检测;根据患者术前 CT 评估其肋椎关节损害程度,并分为 0、1、2、3、4 共 5 级,对存在肺功能障碍伴肋椎关节损害的患者根据关节损害程度分组,1、2 级为 A 组,3、4 级为 B 组,对两组间肺功能参数进行比较;并对肋椎关节损害程度与术前 Cobb 角、年龄、病程和肺功能参数进行相关性分析。结果:7 例肺功能正常;38 例(84.4%)伴有不同程度的肺功能障碍,其中轻度 13 例,中度 22 例,重度 3 例;限制性通气功能障碍 23 例,阻塞性 2 例,混合性 13 例。41 例(91.1%)患者出现不同程度的肋椎关节损害,其中 1 级 7 例,2 级 13 例,3 级 18 例,4 级 3 例。B 组患者肺活量(VC)、用力肺活量(FVC)及 30 倍第 1 秒用力肺活量(FEV1*30)等肺功能参数的实际值与预测值的百分比明显低于 A 组患者($P<0.05$)。肋椎关节损害程度与后凸 Cobb 角呈正相关($r=0.43, P=0.024$),而与患者年龄和病程无明显相关性($r=0.08, 0.44, P>0.05$);VC、FVC 及 FEV1*30 等参数的实际值与预测值的百分比均与肋椎关节损害程度有负相关性($r=-0.49, -0.35, -0.39, P<0.05$)。结论:AS 胸腰椎后凸畸形患者肺功能障碍较为常见,损害程度以中度通气功能障碍为主,损害类型以限制性通气功能障碍为主。肋椎关节损害是 AS 胸腰椎后凸畸形患者肺功能损害的一个影响因素。

【关键词】强直性脊柱炎;胸腰椎后凸畸形;肺功能;肋椎关节损害

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.12.07

中图分类号:R682.3, R443 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-12-1084-06

The influence of the costovertebral joint involvement on pulmonary function in ankylosing spondylitis combined with thoracolumbar kyphosis/WANG Xinqiang, QIAN Bangping, QIU Yong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(12): 1084-1089

【Abstract】 Objectives: To investigate the pulmonary dysfunction patterns in ankylosing spondylitis(AS) patients with thoracolumbar kyphosis and to evaluate the association between pulmonary function and the severity of the costovertebral(CV) joints. Methods: A total of 45 patients underwent spinal osteotomy(41 males and 4 females) with a mean age of 34.6 years(range, 22-60 years) between April 2004 and December 2011 was included in this study. The average duration was 13.5 years(range, 3-37 years) and the average Cobb angle of thoracolumbar kyphosis was 83.5° (range, 55° - 120°). Preoperative pulmonary function tests(PFTs) were performed in all patients. The severity of the CV joints was evaluated by CT scan and 5 different degrees(grade 0, 1, 2, 3, 4) were determined. According to the grades of the CV joints involvement, patients suffered from both pulmonary dysfunction and CV joints involvement were divided into two groups: group A (grade 1 or 2) and group B(grade 3 or 4). The parameters of PFTs were compared between two groups. The correlations between the severity of CV joint involvement and age, disease duration and parameters of PFTs were analyzed.

Results: 7 patients had normal pulmonary function, while pulmonary dysfunction was observed in 38 patients

基金项目:江苏省自然科学基金资助项目(编号:BK2011092);江苏省科教兴卫工程“江苏省医学重点人才”工程资助项目;南京市医学科技发展项目(编号: ZKX10008)

第一作者简介:男(1987-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(025)83106666 E-mail:wxq2005@foxmail.com

通讯作者:钱邦平 E-mail:qianbangping@163.com

(84.4%). Among these 38 patients, mild, moderate and severe dysfunction was observed in 13, 22 and 3 patients respectively. The number of patients with restrictive, obstructive and mixed ventilatory dysfunction was 23, 2 and 13 respectively. The CV joint involvement was noted in 41 patients (91.1%), and radiographic changes of grade 1, 2, 3 and 4 in CV joints were observed in 7, 13, 18 and 3 patients respectively. Patients in group B had significantly lower percentages of predicted vital capacity (VC%), forced vital capacity (FVC%) and 30 times forced expiratory volume in one second (FEV1*30%) than those in group A ($P<0.05$). There was positive correlation between the severity of the CV joint involvement and Cobb angle ($r=0.43$, $P=0.024$). Neither age nor disease duration showed a significant correlation with the severity of the CV joint involvement ($r=0.08$, 0.44 , $P>0.05$). Nevertheless, the severity of radiographic changes of CV joints was negatively correlated with VC%, FVC% and FEV1*30% ($r=-0.49$, -0.35 , -0.39 , $P<0.05$). **Conclusions:** Pulmonary dysfunction is common in AS patients with thoracolumbar kyphosis. Majority of patients present moderate ventilatory impairment. Restrictive ventilatory impairment is the most prevalent pattern of pulmonary dysfunction. The involvement of the CV joints is an influencing factor of pulmonary dysfunction in AS patients with thoracolumbar kyphosis.

【Key words】 Ankylosing spondylitis; Thoracolumbar kyphosis; Pulmonary function tests; Costovertebral joint involvement

【Author's address】 Department of Orthopedics, the Affiliated Drum Tower Hospital of Medical School of Nanjing University, Nanjing, 210008, 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^[1-2]。由于肋椎关节、肋横突关节的炎症反应及关节损害引起的疼痛与骨性僵直可导致胸廓扩张受限, 出现肺功能受损。当合并严重胸腰椎后凸畸形时, 躯干屈曲对腹部脏器造成挤压以及肋缘对膈肌的压迫均可导致膈肌运动障碍使腹式呼吸减弱, 从而进一步加重肺功能的损害^[3-5]。目前对 AS 患者肺功能影响因素的研究主要集中于分析其与病程、疾病活动程度和脊柱活动程度之间的相关性^[5-7]; 而有关肋椎关节损害对肺功能影响的研究较少^[8-9], 针对 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者肋椎关节损害与肺功能的相关性研究未见报道。本研究旨在分析 AS 胸腰椎后凸畸形患者肺功能的损害模式, 并对肋椎关节损害程度与肺功能的各项指标进行相关性分析, 以探讨其临床意义。

1 资料与方法

1.1 研究对象

2004 年 4 月~2011 年 12 月我院对 134 例 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者行截骨矫形术。符合以下标准的患者纳入本研究: (1) 胸腰椎后凸 Cobb 角 $>50^\circ$ ^[10]; (2) 顶椎位于 T11~L2; (3) 术前行肺功能测试及胸椎 CT 检查; (4) 炎症活动停止 >6 个

月, 即炎症性腰疼停止 6 个月以上 (不包括腰椎力学性疼痛), 术前血沉连续 2 次正常, C 反应蛋白阴性^[11]。排除标准: (1) 伴有影响肺功能的疾病 (如哮喘、慢性阻塞性肺病、肺心病等); (2) 存在脊柱病理性骨折或假关节; (3) 有脊柱或胸部手术史; (4) 有超过 5 年的吸烟史。共有 45 例患者入选, 男 41 例, 女 4 例, 年龄 22~60 岁, 平均 34.6 ± 9.6 岁, 病程 3~37 年, 平均 13.5 ± 8.2 年, 后凸畸形 Cobb 角 $55^\circ\sim120^\circ$, 平均 $83.5^\circ\pm19.3^\circ$ 。

1.2 肺功能检测

采用德国耶格公司生产的 Jaeger 肺功能测定仪进行肺功能检测, 测定工作由本院肺功能室完成。主要评价参数如下: 肺活量 (VC)、每分钟通气量 (MV)、潮气量 (VT)、呼吸频率 (BF)、用力肺活量 (FVC)、第 1 秒最大呼气容积 (FEV1)、第 1 秒最大呼气率 (FEV1/FVC)、第 1 秒最大呼气容积占肺活量的比值 (FEV1/VC)、最大呼气流量 (PEF)、用力呼气中期流速 (FEF 25%~75%)、最大用力呼气中段流速 (MMEF)、最大通气量 (MVV) 及 30 倍第 1 秒用力肺活量 (FEV1*30), 根据肺功能正常值计算所有肺功能指标 (除 BF 外) 占预计值的百分比。肺功能损害的分级与分型采用如下标准^[12]: 正常肺功能, VC% 或 MVV% $>80\%$, FEV1/FVC% $>70\%$; 轻度肺功能障碍, $71\%<VC\%$ 或 $MVV\%<80\%$, $61\%<FEV1/FVC\%<70\%$; 中度肺功能障碍, $51\%<VC\%$ 或 $MVV\%<70\%$, $41\%<FEV1/FVC\%<60\%$; 重度肺功能障碍, VC% 或 MVV% $<50\%$,

FEV1/FVC% $<40\%$ 。限制性通气功能障碍,VC% $<70\%$,MVV% $>71\%$,FEV1/FVC% $>70\%$,肺总量降低;阻塞性通气功能障碍,VC% $>71\%$,MVV% $<70\%$,FEV1/FVC% $<60\%$,肺总量正常或升高;混合性通气功能障碍,71% $<VC\%$ $<80\%$,71% $<MVV\%$ $<80\%$,61% $<FEV1/FVC\%$ $<70\%$,肺总量正常、降低或升高。

1.3 肋椎关节损害程度评估

根据患者术前胸椎 CT 横断面图像(扫描条件:120kV,350~400mA,窗宽:1500~2100Hu,窗位:300~500Hu),评估其 T5~T12 节段肋椎关节的损害程度,采用 Cerrahoglu 等^[8]的分级标准:0 级:正常;1 级:轻度的硬化及关节面的改变;2 级:中度的关节面侵蚀;3 级:重度的关节面侵蚀及硬化;4 级:关节完全融合强直(图 1)。每位患者的肋椎关节损害程度评级选择该患者 T5~T12 节段肋椎关节中损害程度的最高级别。对于存在肋椎关节损害的 AS 患者(1~4 级),根据损害程度,将患者分为 A、B 两组,A 组患者肋椎关节损害程度为 1、2 级;B 组患者肋椎关节损害程度为 3、4 级。

1.4 统计学分析

各组统计数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。A、B 两组患者在排除肺功能正常者后,采用独立样本 t 检验比较

两组之间肺功能参数的差异。采用 Spearman's 相关系数分析患者肋椎关节损害程度与肺功能参数的相关性。全部数据处理均采用 SPSS 13.0 统计学软件(Chicago, IL), $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 AS 患者肺功能评估

45 例患者中,7 例(15.6%)通气功能在正常范围;38 例(84.4%)患者存在不同程度的肺功能障碍,其中 13 例患者为轻度通气功能障碍,22 例为中度通气功能障碍,3 例为重度气功能障碍。23 例患者表现为限制性通气功能障碍,2 例为阻塞性通气功能障碍,13 例为混合性通气功能障碍(表 1)。本组患者中,肺功能损害程度以中度为主,限制性通气功能障碍是最常见的肺功能损害类型。

2.2 AS 患者肋椎关节损害程度分布

术前胸椎 CT 结果显示 4 例(8.9%)患者肋椎关节损害分级为 0 级,余 41 例(91.1%)患者均出现不同程度的肋椎关节损害,其中 1 级 7 例,2 级 13 例,3 级 18 例,4 级 3 例。患者肋椎关节损害以 3 级最为常见。

2.3 不同肋椎关节损害程度患者肺功能参数的

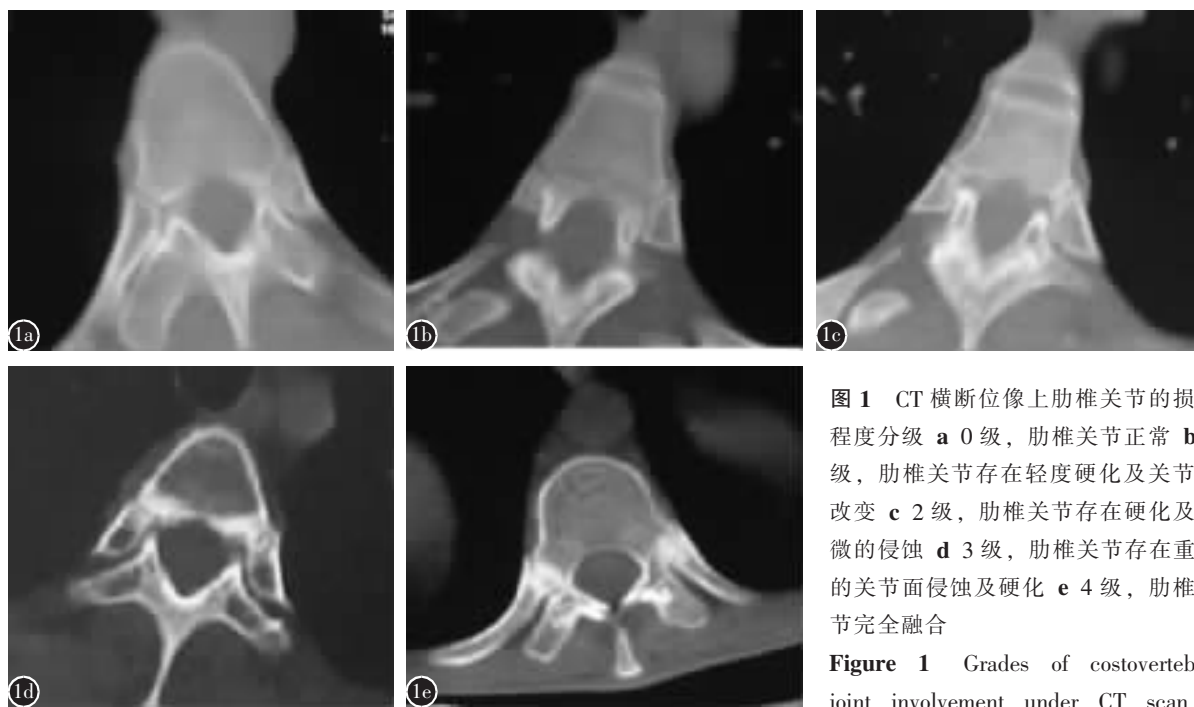


图 1 CT 横断位像上肋椎关节的损害程度分级 a 0 级,肋椎关节正常 b 1 级,肋椎关节存在轻度硬化及关节面改变 c 2 级,肋椎关节存在硬化及轻微的侵蚀 d 3 级,肋椎关节存在重度的关节面侵蚀及硬化 e 4 级,肋椎关节完全融合

Figure 1 Grades of costovertebral joint involvement under CT scan a

grade 0, normal CV joints b grade 1, minimal sclerosis and changing of CV joints surface c grade 2, sclerosis and minimal erosions in CV joints d grade 3, prominent erosion and sclerosis in CV joints e grade 4, complete ankylosing in CV joints

比较

共有 37 例患者同时伴有肺功能障碍及肋椎关节损害。不同肋椎关节损害程度的 AS 患者肺功能参数见表 2。A 组患者(16 例)与 B 组患者(21 例)之间 VC%、FVC%及 FEV1*30%等肺功能参数有显著性差异 ($P<0.05$),B 组患者上述肺功能参数均明显低于 A 组患者。表明肋椎关节损害严重的患者较肋椎关节损害较轻的患者肺功能损害更为严重。

表 1 45 例 AS 胸腰椎后凸畸形患者肺功能评估结果 (例)

Table 1 Results of pulmonary function tests in AS patients with thoracolumbar kyphosis

肺功能 Pulmonary function tests	正常 Normal	轻度 Mild	中度 Moderate	重度 Severe	共计 Total
正常 Normal	7	—	—	—	7
限制性 Restrictive	—	8	14	1	23
阻塞性 Obstructive	—	2	0	0	2
混合性 Mixed	—	3	8	2	13
共计 Total	7	13	22	3	45

表 2 不同肋椎关节损害程度患者肺功能参数 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 parameters of PFTs between patients with different severity of the involvement of CV joints

肺功能参数 Parameters	A组(n=16) Group A	B组(n=21) Group B	t值 t value	P值 P value
VC%	69.5±6.9	59.0±13.7	-2.556	0.016
MV%	157.7±46.5	158.6±55.9	0.049	0.961
VT%	185.0±26.8	184.6±45.8	-0.198	0.922
BF	16.8±4.6	17.1±4.6	0.188	0.852
FVC%	70.6±6.7	62.8±10.3	-2.784	0.009
FEV1%	74.0±8.1	67.6±11.0	1.946	0.060
FEV1/FVC%	104.7±9.7	102.9±24.1	-0.244	0.809
FEV1/VC%	106.2±10.5	103.1±23.1	-0.493	0.625
PEF%	82.1±11.7	76.7±16.4	-1.122	0.269
FEF25%	85.0±30.6	80.8±25.6	-0.126	0.901
FEF50%	84.5±33.7	80.8±25.1	-0.383	0.704
FEF75%	91.2±43.0	87.7±38.0	-0.266	0.792
MMEF75/25%	88.8±37.8	88.0±31.1	-0.066	0.948
MVV%	70.8±6.4	64.9±9.6	-1.955	0.060
FEV1*30%	61.3±5.9	55.6±8.5	2.288	0.028

注:A组,肋椎关节损害1、2级;B组,肋椎关节损害3、4级
Note: Group A: grade 1, 2 of CV joint involvement; Group B: grade 3, 4 of CV joint involvement

2.4 年龄、病程、Cobb角及肺功能参数与肋椎关节损害程度的相关性

见表 3。肋椎关节损害程度与患者年龄及病程之间无显著相关性($P=0.652, 0.060$),而与后凸 Cobb角有正相关性($r=0.43, P=0.024$)。肺功能参数中,VC%、FVC%及 FEV1*30%均与肋椎关节损害程度负相关。表明随着肋椎关节损害程度分级增高,患者后凸畸形越明显,同时肺功能损害也越严重。

3 讨论

AS 患者肺功能障碍是由多种原因共同导致的。疾病早期由于胸廓各关节以及脊柱尤其是胸椎和呼吸肌的炎症所引起的疼痛^[13~15],可导致患者对呼吸运动的耐受程度下降,使患者主动减轻呼吸运动,以减轻疼痛。随着病程的进展,上述各关节被侵蚀甚至融合、腰椎及胸椎强直所引起的脊柱与胸廓活动度下降,是导致 AS 患者出现限

表 3 患者年龄、病程、Cobb角及肺功能参数与肋椎关节损害程度的相关性

Table 3 Correlation between costovertebral joint involvement and age, disease duration, Cobb angle, pulmonary function tests

	肋椎关节损害程度 Costovertebral joint involvement grade	
	r值 r value	P值 P value
年龄(岁) Age (y)	0.08	0.652
病程(年) Disease duration (y)	0.44	0.060
Cobb角(°) Cobb angle (°)	0.43	0.024
VC%	-0.49	0.004
MV%	-0.32	0.072
VT%	-0.10	0.585
BF	-0.06	0.750
FVC%	-0.35	0.035
FEV1%	-0.03	0.850
FEV1/FVC%	0.15	0.430
FEV1/VC%	-0.03	0.850
PEF%	-0.24	0.155
FEF25%	-0.03	0.875
FEF50%	-0.14	0.415
FEF75%	-0.12	0.468
MMEF75/25%	-0.03	0.844
MVV%	-0.317	0.072
FEV1*30%	-0.39	0.019

制性通气功能障碍的直接原因^[3,4,16]。当 AS 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。然而,疾病晚期出现的严重僵硬性胸腰椎后凸畸形,使躯干严重塌陷,造成肋骨对腹部的挤压,且由于躯干屈曲,使腹腔脏器压迫膈肌,限制膈肌的运动,从而影响了腹式呼吸的代偿作用,造成肺通气功能进一步下降。研究表明,AS 胸腰椎后凸畸形患者后凸 Cobb 角与肺功能明显负相关^[5]。文献报道在 AS 患者中肺功能障碍的发生率为 20%~57%^[3,4,6,17],损害类型可为限制性通气功能障碍、阻塞性通气功能障碍或混合性通气功能障碍,其中以限制性通气功能障碍为主^[4,17]。本组 45 例 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者中,38 例(84.4%)患者有不同程度的肺通气功能障碍,发生率高于文献报道,主要损害类型为限制性通气功能障碍(23 例),与文献报道相似。本研究结果提示,后凸畸形能造成 AS 患者肺功能损害程度进一步加重,使 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者肺功能损害的发生率高于 AS 患者平均水平,且后凸畸形对肺功能的影响主要以限制胸腔容积变化为主,故损害类型仍以限制性通气功能障碍为主。此外,部分 AS 患者可伴有与系统性炎症反应相关的呼吸系统器官的病理改变,如肺部亚感染、纤维化及肺气肿等^[4,18,19],这些病理变化也可造成 AS 患者肺功能的损害,并使部分 AS 患者表现为阻塞性通气功能障碍,或在限制性通气功能障碍基础上变为混合性通气功能障碍。

肋椎关节在胸廓活动中起重要作用,呼吸运动时肋颈沿其斜轴旋转,使肋骨前部上提/下降,两侧缘内/外翻,从而造成胸廓矢状径和横径的变化。故肋椎关节关节面的侵蚀或骨性融合将会对胸廓的活动度产生一定影响^[20,21]。文献报道 AS 患者肋椎关节损害的发生率为 80%~93%^[8,21]。本组 41 例(91.1%)患者出现不同程度的肋椎关节损害,发生率与文献报道相似。本组肋椎关节损害程度 3、4 级的患者 VC、FVC 及 FEV1*30 等肺功能参数其实际值与预测值的百分比明显低于肋椎关节损害程度 1、2 级的患者($P<0.05$)。说明肋椎关节损害较重患者的肺功能损害也较重。通过对胸椎肋椎关节损害程度与肺功能参数及相关临床因素进行相关性分析发现,损害程度与患者年龄及病程无相关性,而与后凸 Cobb 角有正相关性($r=0.43, P=0.024$)。我们认为,尽管理论上讲,随着病

程进展胸椎肋椎关节损害逐渐加重,但不同 AS 患者的炎症活动程度与疾病进展速度可有较大的差别。有些患者炎性活动程度较高,临床症状明显,疾病发展快,而有些患者疾病进展则较慢^[10]。故年龄与病程虽然可作为临床评估疾病发展的指标,但在不同患者之间,年龄与病程却并不能完全客观真实地比较疾病的进展程度,尤其是骨性结构的损害程度。而后凸畸形作为一个较易被观察到的骨性结构损害,其与肋椎关节损害的病理生理机制很可能相同,其严重程度与肋椎关节损害程度之间存在正相关性则不难理解。本研究结果说明,AS 患者可伴不同程度的肋椎关节损害,后凸畸形程度可作为估计其肋椎关节损害程度的一个临床指标。本研究中,肋椎关节损害程度与 VC%、FVC% 及 FEV1*30% 等肺功能参数之间存在负相关性。提示肋椎关节损害是 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者肺功能损害的一个影响因素。

综上所述,肺功能损害在 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者中发生率较高,损害程度以中度为主,限制性通气功能障碍为最常见的损害类型。肋椎关节损害程度与患者肺功能之间存在负相关性,是患者肺功能损害的一个影响因素。本研究提示,矫形手术理论上虽可以改善 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者躯干屈曲的程度,缓解对于膈肌及腹腔脏器的压迫,可一定程度上改善患者肺功能。但由于肋椎关节损害所导致的胸廓活动度降低等其他影响 AS 患者肺功能的因素并不能因手术而改善,故患者术后可能仍存在一定程度的肺功能损害。因此,AS 伴胸腰椎后凸畸形患者术前应注意对肺功能进行评估,以评估术后耐受程度,而在术后疗效评价及长期随访中同样应重视对肺功能的评估。但本研究存在一定局限性,因肺功能与体型相关,其中身高是最重要的相关因素^[22],而 AS 伴胸腰椎后凸畸形患者均有不同程度的身高丢失,目前尚无可信度高的计算存在身高丢失患者理想身高的方法,本研究采用询问患者出现胸腰椎后凸畸形前的正常身高以确定其肺功能参数预测值,可能造成肺功能预计值存在一定偏差。

4 参考文献

1. Debarge R, Demey G, Roussouly P. Radiological analysis of ankylosing spondylitis patients with severe kyphosis before and after pedicle subtraction osteotomy[J]. Eur Spine J, 2010, 19(1): 65-70.

2. Qian BP, Qiu Y, Wang B, et al. Unusual association of ankylosing spondylitis with congenital spinal deformity [J]. *Spine*, 2010, 35(25): E1512-E1515.
3. Kanathur N, Lee-Chiong T. Pulmonary manifestations of ankylosing spondylitis[J]. *Clin Chest Med*, 2010, 31(3): 547-554.
4. Sampaio-Barros PD, Cerqueira EM, Rezende SM, et al. Pulmonary involvement in ankylosing spondylitis [J]. *Clin Rheumatol*, 2007, 26(2): 225-230.
5. 钱邦平, 邱勇, 王斌, 等. 强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形肺功能的影响因素分析[J]. *中华外科杂志*, 2009, 47(2): 149-150.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Shannon R. Respiratory pattern changes during costovertebral joint movement[J]. *J Appl Physiol*, 1980, 48(5): 862-867.
10. Qian BP, Wang XH, Qiu Y, et al. The influence of closing-opening wedge osteotomy on sagittal balance in thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis: a comparison with closing wedge osteotomy[J]. *Spine*, 2012, 37(16): 1415-1423.
11. 钱邦平, 邱勇, 王斌, 等. 强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形的手术矫形时机选择[J]. *中华风湿病学杂志*, 2007, 11(2): 101-104.
12. 欧阳钦. 临床诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005. 421.
13. Ortancil O, Sarikaya S, Sapmaz P, et al. The effect(s) of a six-week home-based exercise program on the respiratory muscle and functional status in ankylosing spondylitis [J]. *J Clin Rheumatol*, 2009, 15(2): 68-70.
14. van der Esch M, van THA, Heijmans M, et al. Respiratory muscle performance as a possible determinant of exercise capacity in patients with ankylosing spondylitis [J]. *Aust J Physiother*, 2004, 50(1): 41-45.
15. Dougados M, Braun J, Szanto S, et al. Efficacy of etanercept on rheumatic signs and pulmonary function tests in advanced ankylosing spondylitis: results of a randomised double-blind placebo-controlled study (SPINE)[J]. *Ann Rheum Dis*, 2011, 70(5): 799-804.
16. Sahin G, Calikoglu M, Ozge C, et al. Respiratory muscle strength but not BASFI score relates to diminished chest expansion in ankylosing spondylitis[J]. *Clin Rheumatol*, 2004, 23(3): 199-202.
17. Berdal G, Halvorsen S, van der Heijde D, et al. Restrictive pulmonary function is more prevalent in patients with ankylosing spondylitis than in matched population controls and is associated with impaired spinal mobility: a comparative study [J]. *Arthritis Res Ther*, 2012, 14(1): R19.
18. Rumancik WM, Firooznia H, Davis MJ, et al. Fibrobullous disease of the upper lobes: an extraskeletal manifestation of ankylosing spondylitis[J]. *J Comput Tomogr*, 1984, 8(3): 225-229.
19. Ozdemir O, Gulsun AM, Inanici F, et al. Pulmonary abnormalities on high-resolution computed tomography in ankylosing spondylitis: relationship to disease duration and pulmonary function testing [J]. *Rheumatol Int*, 2012, 32 (7): 2031-2036.
20. Fisher LR, Cawley MI, 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.
21. Pascual E, Castellano JA, Lopez E. Costovertebral joint changes in ankylosing spondylitis with thoracic pain[J]. *Br J Rheumatol*, 1992, 31(6): 413-415.
22. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests[J]. *Eur Respir J*, 2005, 26 (5): 948-968.

(收稿日期:2012-06-25 修回日期:2012-09-21)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)