

# 不同平面脊髓损伤患者膈肌运动和肺功能的相关分析

余凤立<sup>1,2</sup>, 敖丽娟<sup>3</sup>, 刘芳<sup>4</sup>, 王文丽<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的:探讨不同平面脊髓损伤患者的肺功能和膈肌运动的特点及其影响因素。方法:选取我院105例脊髓损伤患者进行研究,分析颈、胸、腰段各平面脊髓损伤患者的肺功能指标,包括第1秒用力呼气容积(FEV1)、用力呼气肺活量(FVC)、最大通气量(MVV)、肺活量(VC)和膈肌运动功能(右侧膈肌平静呼吸和用力呼吸时的运动幅度),并对肺功能与性别、年龄、吸烟史、损伤平面、残损分级、ASIA感觉/运动评分、膈肌运动幅度的相关性进行分析。结果:不同平面脊髓损伤肺功能指标差异具有统计学意义( $P<0.05$ );不同平面脊髓损伤平静呼吸和深呼吸时右侧膈肌运动幅度、ASIA感觉/运动评分差异具有统计学意义( $P<0.05$ );回归分析显示肺功能下降与损伤平面、残损分级、膈肌运动、ASIA感觉/运动评分和性别、吸烟史具有相关性( $P<0.05$ )。结论:脊髓损伤患者(特别是颈髓损伤患者)均存在不同程度肺功能障碍,而损伤平面、残损分级、ASIA感觉/运动评分和膈肌运动是影响脊髓损伤患者肺功能的重要指标。

**【关键词】** 脊髓损伤;肺功能;膈肌运动

**【中图分类号】** R49;R744 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2019.01.002

**Correlation analysis of pulmonary function and diaphragm movement in patients with spinal cord injury of different levels** Yu Fengli, Ao Lijuan, Liu Fang, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650000, China

**【Abstract】** **Objective:** To study the characteristics of pulmonary function and diaphragm movement in patients with spinal cord injury of different levels. **Methods:** All 105 patients with spinal cord injury in our hospital were studied. Forced expiratory volume in one second (FEV1), forced expiratory vital capacity (FVC), maximal ventilatory volume (MVV), vital capacity (VC) and diaphragmatic motion (amplitude of movement of the right septum when breathing peacefully and forcefully) were analyzed. The correlation between pulmonary function and gender, age, smoking history, injury level, injury degree, ASIA sensory/motor score, diaphragm range of motion was analyzed. **Results:** There were significant differences in VC, FVC, MVV and FEV1 ( $P<0.05$ ). There was significant difference in the motion amplitude of right diaphragm and the ASIA sensory/motor score ( $P<0.05$ ). Regression analysis showed that there was a significant correlation between pulmonary function decline and injury level, injury degree, diaphragm movement, ASIA sensory/motor score, sex, smoking history ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** There are different degrees of pulmonary dysfunction in patients with spinal cord injury (especially in patients with cervical spinal cord injury), but injury level, injury degree, ASIA motion score and diaphragm movement are important indexes which affect the lung function of patients with spinal cord injury.

**【Key words】** spinal cord injury; pulmonary function; diaphragmatic motion

脊髓损伤是一种高致死性疾病,是由各种原因导致的脊髓结构、功能完全性或不完全损害,造成损伤平面以下运动、感觉和自主神经功能障碍。严重的脊髓损伤常伴有呼吸功能障碍甚至死亡,其恢复率低,预后差,患者社会参与度、工作和生活质量显著降低,对患者本人造成极大痛苦,也对家庭和社会有着灾难性的

影响。目前国内外研究显示肺功能下降与脊髓损伤平面和严重程度有关<sup>[1-2]</sup>,但对脊髓损伤后膈肌运动和肺功能的相关研究较少,因此本文旨在对这方面的研究加以进一步探讨。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取昆明医科大学第二附属医院康复医学部2016年4月~2017年3月的105例脊髓损伤患者进行研究,纳入标准:所有患者均符合美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)残损分级标准(2011修订版)<sup>[3]</sup>,并经过影像学(X平片、CT、MRI)评估有或无明显颈椎骨折或胸腰

基金项目:云南省卫生科技计划项目(2016NS295)

收稿日期:2018-07-29

作者单位:1.昆明医科大学第二附属医院康复医学部,昆明,650000;2.三峡大学人民医院 & 宜昌市第一人民医院,宜昌,443000;3.昆明医科大学,昆明,650000;4.深圳市第二人民医院,深圳,518000

作者简介:余凤立(1990-),女,住院医师,主要从事心肺康复方面的研究。

通讯作者:王文丽, wangwenli0871@163.com

椎骨折。排除标准:有明显心肺或其他神经肌肉疾病,气管切开术后未拔管、肥胖、胸腹腔脏器手术史、胸廓畸形、认知障碍、近期呼吸道感染史或使用过影响呼吸功能的药物。患者分为颈胸腰段脊髓损伤3组,各35例。①颈段脊髓损伤组:男20例,女15例;年龄(40.5±13.2岁);病程(3.22±0.11)个月。②胸段脊髓损伤组:男21例,女14例;年龄(39.9±12.5)岁;病程(3.32±0.12)个月。③腰段脊髓损伤组:男19例,女16例;年龄(40.1±13.8)岁;病程(3.29±0.12)个月。3组患者在性别、年龄、吸烟史、病程等方面差异无统计学意义,具有可比性。

1.2 方法 ①仪器:选用台湾明基公司 BenQ UP600 彩色超声诊断仪,探头频率3~5MHz;意大利科迈公司 Pony FX 肺功能仪。②超声观察膈肌运动:患者取平卧位,自主呼吸状态。先采用B型超声模式观察膈肌的位置和运动。采用肝脏声窗,将超声探头放置在前肋下区右锁骨中线和右腋前线之间,探头朝向内侧、头端和背侧,可使声束达到右膈肌的后1/3,该区域膈肌运动幅度最大。超声图像上中央可见下腔静脉胆囊,膈肌呈一条弧形的强回声带。在此位置上,切换至M型模式,保持M束线与长轴呈30°角以获得最大膈肌运动幅度,M型超声图像显示为一条正弦波运动的曲线,待图像清晰时测量膈肌平静呼吸和深呼吸时的运动幅度。③肺功能检查:按照美国胸科协会/欧洲呼吸协会(American Thoracic Society/European Respiratory Society,ATS/ERS)标准<sup>[4]</sup>,测定第1秒用力呼气容积(Forced expiratory volume in one second,FEV1)、用力呼气肺活量(Forced expiratory vital capacity,FVC)、最大通气量(Maximal Ventilatory Volume,MVV)、肺活量(Vital Capacity,VC)。重复测量3次取均值,测得值的差值应<10%。每次测试之间确保休息1min以上。FEV1正常值:男性(3.18±0.12)L,女性(2.31±0.05)L;FVC正常值:男性(3.18±0.12)L,女性(2.31±0.48)L;MVV正常值:男性约(104.00±2.71)L,女性约(82.5±2.17)L。VC正常值:男性2.31L,女性1.80L。④ASIA感觉/运动评分:参照脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订)进行评估<sup>[3]</sup>。ASIA残损分级:A级为完全性损害,在骶段无任何感觉运动功能保留;B级为不完全性损害,在神经平面以下包括骶段(S4,S5)存在感觉功能,但无运动功能;C级为不完全性损害,在神经平面以下存在运动功能,大部分关键肌的肌力小于3级;D级为不完全性损害,在神经平面以下存在运动功能,大部分关键肌的肌力大于或等于3级;E级为正常,感觉和运动功能正常。

1.3 统计学方法 采用SPSS 20.0对数据进行处理,所有数据均符合正态分布,采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,并进行F检验,采用logistic回归分析进行相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

不同平面脊髓损伤肺功能指标差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),损伤平面越高,肺功能越差,尤其以颈段脊髓损伤明显。见表1。

不同平面脊髓损伤平静呼吸和深呼吸时右侧膈肌运动幅度、ASIA感觉/运动评分差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表2。

脊髓损伤肺功能下降与吸烟史、性别、损伤平面、残损分级、膈肌运动幅度、ASIA感觉/运动评分具有良好相关性( $P < 0.05$ )。见表3。

表1 不同平面脊髓损伤肺功能比较  $L, \bar{x} \pm s$

组别	VC	FVC	MVV	FEV1
颈段脊髓损伤组	1.6±0.1	2.0±0.2	63.5±10.2	1.7±0.7
胸段脊髓损伤组	2.3±0.3	2.7±0.4	92.6±12.5	2.6±0.7
腰段脊髓损伤组	2.6±0.4	2.8±0.3	95.3±11.5	3.0±0.8
F值	3.689	3.697	3.264	3.659
P值	0.000	0.000	0.000	0.000

表2 不同平面脊髓损伤膈肌运动幅度和ASIA感觉/运动评分比较  $\bar{x} \pm s$

组别	膈肌运动幅度(cm)		ASIA	
	平静呼吸	深呼吸	感觉	运动
颈段脊髓损伤组	1.5±0.2	3.6±0.4	15.8±2.3	10.3±1.2
胸段脊髓损伤组	1.9±0.3	6.3±0.3	20.6±2.6	18.6±3.8
腰段脊髓损伤组	2.0±0.4	6.6±0.9	21.3±3.2	19.8±2.1
F值	3.583	3.598	2.487	2.547
P值	0.000	0.000	0.000	0.000

表3 脊髓损伤肺功能影响因素分析

变量	偏回归系数	标准误差	Wald值	P值	相对危险度
吸烟史	0.41	0.34	3.87	0.014	5.31
性别	0.45	0.36	3.98	0.012	5.25
年龄	0.39	0.33	3.88	0.122	0.32
损伤平面	0.52	0.38	4.06	0.004	5.79
残损分级	1.89	0.55	7.89	0.004	5.88
平静呼吸膈肌运动幅度	0.43	0.35	3.97	0.016	5.24
深呼吸时膈肌运动幅度	1.98	0.58	8.02	0.003	5.95
ASIA感觉/运动评分	2.05	0.59	8.09	0.002	5.89

## 3 讨论

在脊髓损伤急性期及慢性恢复期,有36%~83%的患者存在严重呼吸功能障碍,是导致死亡的首要原因<sup>[5]</sup>。本研究显示脊髓损伤患者均存在不同程度肺通气功能障碍,而且颈段髓损伤的各项肺功能指标下降比较显著,胸腰髓损伤者各项指标基本处于正常下限。分析颈段脊髓损伤后发生肺功能下降的机制主要是延髓呼吸中枢受损和脊髓呼吸运动神经元下行传导束破坏,造成呼吸肌不同程度失神经支配,呼吸肌动力下降

导致肺通气障碍<sup>[6-7]</sup>,但对于胸腰段脊髓损伤患者来说,其机制并不充分。He等<sup>[8]</sup>的动物研究发现,脊髓损伤大白鼠早期肺组织切片呈肺水肿、充血、出血、炎症细胞渗出等病理表现,提示肺组织损伤可能是呼吸功能障碍的基础。同时,也有研究表明脊髓损伤后全身炎症反应和神经源性肺水肿可加重肺损伤<sup>[9,10]</sup>。

呼吸肌是人体呼吸运动的动力泵,是人唯一终身所依赖的骨骼肌。而膈肌是主要的呼吸肌,位于胸腔和腹腔之间,为向上膨隆呈穹窿形的扁薄阔肌,主要由膈神经(C3~C5)支配,膈肌收缩增加的通气量占平静呼吸时通气量的60%~70%<sup>[2]</sup>。脊髓损伤患者可能出现:支配膈肌的神经元受损;长期卧床导致膈肌废用性功能下降;自主神经功能紊乱导致胃肠蠕动减慢,出现腹部胀气,影响膈肌移动。膈肌运动的减弱会影响肺功能指标的下降,因此将肺功能与膈肌运动指标进行分析,可以确定脊髓损伤后肺功能障碍与膈肌运动的关系,为说明脊髓损伤后肺功能障碍的机制提供一定的参考。本研究表明不同平面脊髓损伤平静呼吸和深呼吸时膈肌运动幅度差异具有统计学意义,膈肌运动和肺功能结果具有良好相关性,提示应用M型超声可以实时动态非侵入性的观察膈肌运动情况,能够直接、准确、客观的评估呼吸运动功能,对评估肺功能具有潜在的临床价值。

肺功能障碍与脊髓损伤平面和损伤程度密切相关,一般损伤平面越高,损伤越完全,功能下降越明显<sup>[11-12]</sup>。Linn等<sup>[13]</sup>对脊髓损伤后的患者进行长达1年以上的肺功能研究,结果提示FVC随着损伤平面的升高而降低,高位颈髓损伤(C2~C5)患者的肺活量只能达到损伤前预计最大肺活量的50%,且取决于损伤程度,低位颈髓损伤(C6~C8),损伤平面每下降1个节段,FVC%将会增加9%,而在胸腰段脊髓损伤的患者,FVC%增加1%。也有研究显示脊髓损伤患者的肺功能下降与损伤平面、感觉运动评分和性别具有正相关性<sup>[1]</sup>。本研究通过多因素分析,结果显示脊髓损伤患者的肺功能下降与损伤平面、残损分级、膈肌运动、感觉运动评分和性别、吸烟史具有良好相关性,与之前的研究结果相一致。因此,本研究不仅分析了不同平面脊髓损伤患者肺功能和膈肌运动的特点,而且也将多个影响因素引入研究进行了更全面的分析。但本研究仍存在不足之处,对患者是否进行过系统的呼

吸功能训练等混杂因素未进行回归分析,存在一定程度干扰,有待进一步验证。

综上所述,脊髓损伤患者(尤其是颈段脊髓损伤)均存在不同程度肺功能障碍,而损伤平面、残损分级、ASIA感觉运动评分、膈肌运动是影响脊髓损伤患者肺功能的重要指标。

## 【参考文献】

- [1] Van Silfhout L, Peters AE, Berlowitz DJ. Long-term change in respiratory function following spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2016, 54(9): 714-719.
- [2] 刘艳玲,马全胜,王寒明,等.第三颈椎(C3)损伤患者的肺功能康复1例[J]. *中国实用内科杂志*, 2014, 34(S1): 49-50.
- [3] 李建军,王方永. 脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订)[J]. *中国康复理论与实践*, 2011, (10): 963-972.
- [4] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V. Interpretative strategies for lung function tests[J]. *Eur Respir J*, 2005, 26(5): 948-968.
- [5] 郭佳宝,朱毅. 吸气肌训练的临床研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(9): 888-892.
- [6] Postma K, Haisma JA, Hopman MT, et al. Resistive inspiratory muscle training in people with spinal cord injury during inpatient rehabilitation: a randomized controlled trial [J]. *Phys Ther*, 2014, 94(12): 1709-1719.
- [7] Rochester D F. The diaphragm: contractile properties and fatigue [J]. *Clin Invest*, 1985, 75(5): 1397-1402.
- [8] He B, Nan G. Pulmonary edema and hemorrhage after acute spinal cord injury in Rats [J]. *The Spine Journal*, 2016, 16 (4): 547-551.
- [9] Jiang W, Li MQ, He F, et al. Protective Effects of Asiatic Acid A-gainst Spinal Cord Injury-Induced Acute Lung Injury in Rats [J]. *Inflammation*, 2016, 39 (6): 1853-1861.
- [10] Sedy J, Zicha J, Nedv í dkov á J, Et al. The role of sympathetic nervous system in the development of Neurogenic pulmonary edema in spinal cord-injured rats [J]. *Journa L of Applied Physiology*, 2012, 112(1): 1-8.
- [11] Berlowitz DJ, Wadsworth B, Ross J. Respiratory problems and management in people with spinal cord injury [J]. *Breathe (Sheff)*, 2016, 12(4): 328-340.
- [12] Tamplin J, Berlowitz DJ. A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia [J]. *Spinal Cord*, 2014, 52(3): 175-180.
- [13] Linn WS, Spungen AM, Gong J, et al; Forced vital capacity in two large outpatient populations with chronic spinal cord injury [J]. *Spinal Cord*, 2001, 39(5): 263-268.