

急性缺血性脑卒中偏瘫患者双侧膈肌功能差异性研究

林海¹, 陈波², 陈经³, 叶忠兴¹, 林玲¹

¹福建中医药大学附属第二人民医院神经外科, 福建 福州

²福建中医药大学附属第二人民医院重症医学科, 福建 福州

³福建中医药大学附属第二人民医院神经内科, 福建 福州

收稿日期: 2023年5月22日; 录用日期: 2023年6月21日; 发布日期: 2023年6月30日

摘要

目的: 研究急性缺血性脑卒中偏瘫患者双侧膈肌功能差异性及与呼吸功能的相关性。方法: 收集符合纳入标准的急性缺血性脑卒中患者90例, 根据患侧肌力程度分为6组, 分别是0级、1级、2级、3级、4级、5级组, 运用床旁超声评价不同肌力患者双侧膈肌移动度及膈肌增厚率的差异, 并计算各组患者肺部感染及呼吸衰竭发生率。结果: 肌力0级组患侧膈肌增厚率显著低于健侧($P < 0.05$); 肌力4级、3级、2级、1级、0级组患侧膈肌移动度低于健侧($P < 0.05$)。5级组膈肌移动度差异率低于肌力下降组(0级、1级、2级、3级、4级组) ($P < 0.05$)。各组肺部感染发生率分别为[15.38%, 16.66%, 10%, 30.77%, 33.33%, 63.63%], 随着患侧肌力下降, 肺部感染发生率升高($P < 0.05$)。呼吸衰竭发生率分别为[0%, 12.5%, 0%, 7.69%, 13.33%, 27.27%], 呼吸衰竭发生率亦随肌力下降而增高($P > 0.05$)。结论: 急性缺血性脑卒中偏瘫患者存在双侧膈肌功能差异, “膈肌偏瘫”导致患者出现呼吸功能障碍, 引起肺部感染及呼吸衰竭的发生。

关键词

急性缺血性脑卒中, 偏瘫, 膈肌功能差异性, 重症超声

Study on the Difference of Bilateral Diaphragm Function in Hemiplegic Patients with Acute Ischemic Stroke

Hai Lin¹, Bo Chen², Jing Chen³, Zhongxing Ye¹, Ling Lin¹

¹Department of Neurosurgery, The Second People's Hospital of Fujian Traditional Chinese Medicine University, Fuzhou Fujian

²Intensive Care Unit, The Second People's Hospital of Fujian Traditional Chinese Medicine University, Fuzhou Fujian

³Department of Neurology, The Second People's Hospital of Fujian Traditional Chinese Medicine University, Fuzhou Fujian

Abstract

Objective: To study the relationship between diaphragm function and respiratory function in hemiplegic patients with acute ischemic stroke. **Methods:** Ninety patients with acute ischemic stroke were divided into 6 groups according to the muscle strength of the affected side, which were 0 grade, 1 grade, 2 grade, 3 grade, 4 grade and 5 grade groups. Bedside ultrasound was used to evaluate the difference of bilateral diaphragm strength and diaphragm thickening rate of patients with different muscle strength, and the incidence of pulmonary infection and respiratory failure was calculated. **RESULTS:** The thickening rate of diaphragm in the affected side was significantly lower than that in the healthy side in the muscle strength grade 0 group ($P < 0.05$). The diaphragm strength of the affected side was lower than that of the healthy side in the group of 4 grades, 3 grades, 2 grades, 1 grades and 0 grades of muscle strength ($P < 0.05$). The difference rate of diaphragm strength in grade 5 group was lower than that in group with decreased muscle strength (grade 0, grade 1, grade 2, grade 3 and grade 4) ($P < 0.05$). The incidence of pulmonary infection in each group was [15.38%, 16.66%, 10%, 30.77%, 33.33%, 63.63%] ($P < 0.05$). The incidence of respiratory failure was [0%, 12.5%, 0%, 7.0%, 13.33%, 27.27%]. The incidence of respiratory failure also increased with the decrease of muscle strength ($p > 0.05$). **Conclusion:** There are bilateral diaphragm function differences in hemiplegic patients with acute ischemic stroke. "Diaphragm hemiplegia" leads to pulmonary infection and respiratory failure caused by respiratory function in patients with acute ischemic stroke.

Keywords

Acute Ischemic Stroke, Hemiplegia, Difference of Diaphragm Function, Severe Ultrasound

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

缺血性脑卒中是危害人类生命健康的主要疾病之一，具有高患病率、高致残率及高病死率的特点，已成为全球备受关注的健康问题[1]。现有研究发现脑卒中后有 19%~67.6% 的患者遗留有偏瘫[2]，严重影响患者生活质量，除了肢体活动障碍之外，通常还伴有限制性通气障碍、深呼吸受限、咳嗽功能下降，表现为吸气肌和呼气肌的耐力下降。呼吸肌是运动能力、呼吸功能的重要决定因素，其中膈肌是最主要的呼吸肌，占人体所有呼吸肌功能的 75%。膈肌受双重神经控制，平常自主呼吸在无意识下由延髓中枢途径控制，咳嗽、吞咽等用力有意识的呼吸可通过皮质脊髓激发，急性缺血性脑卒中患者出现肢体偏瘫的同时，是否出现“膈肌偏瘫”，导致自主咳嗽、吞咽功能障碍，诱发肺部感染及呼吸衰竭的发生。本研究运用床旁超声评价急性缺血性脑卒中患者膈肌功能差异性及其与呼吸功能障碍的相关性，现报道如下。

2. 资料与方法

2.1. 病例选择

1) **诊断标准** 急性缺血性脑卒中诊断标准，参照《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》[3]：① 急性起病；② 局灶神经功能缺损(一侧面部或肢体无力或麻木，语言障碍等)，少数为全面神经功能缺损；

③ 影像学出现责任病灶或症状体征持续 24 h 以上；④ 排除非血管性病因；⑤ 脑 CT/MRI 排除脑出血；肺部感染及呼吸衰竭诊断标准参照《内科学》[4]；**2) 纳入标准** ① 首次发病，符合急性缺血性脑卒中诊断标准；② 意识清楚，患侧为弛缓性偏瘫，且健侧肢体肌力良好；③ 自主呼吸良好；④ 患者或亲属自愿同意参加并签署知情同意书；**3) 排除标准** ① 有神经肌肉疾病史的患者，如重症肌无力、格林-巴利综合征；② 既往慢性阻塞性肺疾病史；③ 存在重大胸部手术、腹部手术病史；④ 脑干梗死；⑤ 重症感染、机械通气、严重器官功能衰竭患者。

2.2. 临床资料

纳入福建中医药大学附属第二人民医院神经内科、神经外科、重症医学科病区 2021 年 6 月~2023 年 3 月符合纳入标准的诊断急性缺血性脑卒中患者 90 例，根据患侧肌力情况分为肌力 5 级、4 级、3 级、2 级、1 级、0 级组。其中肌力 5 级 13 例，肌力 4 级 18 例，肌力 3 级 20 例，肌力 2 级 13 例，肌力 1 级 15 例，肌力 0 级 11 例，其中男性 52 例，女性 38 例，各组性别构成分别为 5 级(男 8 例，女 5 例)、4 级(男 10 例，女 8 例)、3 级(男 12 例，女 8 例)、2 级(男 6 例，女 7 例)、1 级(男 10 例，女 5 例)、0 级(男 6 例，女 5 例)；各组平均年龄 5 级(62 ± 12.58 岁)、4 级(61.28 ± 12.13 岁)、3 级(60.4 ± 9.22 岁)、2 级(60 ± 11.96 岁)、1 级(63.26 ± 13.83 岁)、0 级(59.72 ± 11.48 岁)；平均 APACHE II 评分 5 级(15.23 ± 4.66 分)、4 级(12.22 ± 3.25 分)、3 级(11.7 ± 4.58 分)、2 级(12.08 ± 3.64 分)、1 级(11.07 ± 3.31 分)、0 级(11 ± 2.86 分)，各组患者性别、年龄、APACHE II 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。本课题经福建中医药大学附属第二人民医院伦理委员会审查通过，批号：SPHFJP-K2021057-01。

2.3. 治疗方法

患者入院后按急性缺血性脑卒中常规监测及治疗：监测体温、血压、血糖、血氧饱和度、电解质，抗血小板，调脂稳定斑块，评估抗凝，改善脑代谢，预防及治疗性抗感染，早期康复，抑酸保胃，营养支持及维持水电解质平衡等治疗。

2.4. 观察指标

1) 超声膈肌功能评估

① 采用日本富士公司 Sonosite M-Turbo 型超声，嘱患者主动呼吸下测量双侧膈肌增厚率(DTF)及膈肌移动度(DE)，计算差值百分比，每位入组患者均由 2 名具有重症超声资质的医生在同一部位(采用黑色碳素笔标记)重复测量，减少测量误差。

② 膈肌增厚率：计算呼气末和吸气末时膈肌厚度的差值与呼气末膈肌厚度之间的比值[(吸气末膈肌厚度 - 呼气末膈肌厚度)/膈肌呼气末厚度 $\times 100\%$]，每次测量重复 3 次，取平均值。

③ 膈肌移动度：将探头放置在肋缘下与锁骨中线或腋前线交叉点处，以肝脏或脾脏作为声窗，在 B 型模式下保证 D 线与后膈肌垂直。确定好位置后，选择 M 超模式，测量膈肌随呼吸的活动度。由于主动呼吸时患者每次呼吸的幅度不同，为避免记录很深或很浅的呼吸作为评价的结果，每次测量 5 个呼吸周期取其平均值作为评估的结果。

④ 双侧膈肌功能差异性计算

$$\text{DTF 差异性} = (\text{DTF 健侧} - \text{DTF 患侧}) / \text{DTF 健侧} \times 100\%$$

$$\text{DE 差异性} = (\text{DE 健侧} - \text{DE 患侧}) / \text{DE 健侧} \times 100\%$$

2) 临床指标观察：

统计各组患者 30 天肺部感染及呼吸衰竭发生率。

2.5. 统计学处理

结果分析及数据处理：数据输入必须进行核对，采用 SPSS 26.0 软件，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较行 t 检验，多重比较行方差分析。计数资料以 $n(\%)$ 表示，采用 χ^2 检验。等级资料比较采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 各组患者双侧膈肌增厚率比较

0 级组患者患侧膈肌增厚率显著低于健侧，差异具有统计学意义($P = 0.03$)。5 级、4 级、3 级、2 级、1 级组患者双侧膈肌增厚率差异无统计学意义；各组患者健侧膈肌增厚率差异均无统计学意义($P = 0.34$)，患侧膈肌增厚率差异均无统计学意义($P = 0.88$) (表 1)。

Table 1. Bilateral diaphragmatic thickening rate of patients in each group ($\bar{X} \pm S$)

表 1. 各组患者双侧膈肌增厚率($\bar{X} \pm S$)

组别	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级	0 级	F/P
健侧	37.41 ± 11.85	38.73 ± 7.13	35.78 ± 11.97	37.16 ± 10.04	42.58 ± 12.08	42.59 ± 7.07	1.15/0.34
患侧	32.53 ± 10.38	35.41 ± 6.57	32.7 ± 11.72	33.43 ± 8.79	34.94 ± 12.47	36.12 ± 6.17	0.34/0.88
<i>t</i>	1.12	1.45	0.82	0.97	0.88	0.32	
<i>P</i>	0.28	0.16	0.42	0.32	0.09	0.03	

注：膈肌增厚率 DTF(%), $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

各组患者双侧膈肌增厚分数差异率，经多样本秩和检验，差异无统计学意义($P = 0.28$) (表 2)。

Table 2. Comparison of the difference rate of bilateral diaphragmatic muscle thickening in each group ($\bar{X} \pm S$)

表 2. 各组患者双侧膈肌增厚差异率比较($\bar{X} \pm S$)

组别	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级	0 级	H/P
DTF 差异率	0.09 ± 0.25	0.08 ± 0.11	0.07 ± 0.16	0.09 ± 0.11	0.16 ± 0.24	0.15 ± 0.08	6.33/0.28

注：膈肌增厚 DTF 差异率(100%), $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3.2. 各组患者膈肌移动度比较

肌力 4 级、3 级、2 级、1 级、0 级组患者患侧膈肌移动度低于健侧，差异具有统计学意义，肌力正常患者(5 级)双侧膈肌移动度差异无统计学意义($P = 0.06$) (表 3)。

Table 3. Comparison of bilateral diaphragm mobility in each group ($\bar{X} \pm S$)

表 3. 各组患者双侧膈肌移动度比较($\bar{X} \pm S$)

组别	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级	0 级	F/P
健侧	1.38 ± 0.13	1.40 ± 0.16	1.43 ± 0.14	1.41 ± 0.19	1.33 ± 0.11	1.3 ± 0.14	1.57/0.18
患侧	1.35 ± 0.11	1.28 ± 0.12	1.25 ± 0.14	1.25 ± 0.17	1.19 ± 0.11	1.19 ± 0.13	2.67/0.03

Continued

<i>t</i>	0.69	2.45	3.94	2.29	3.56	2.0
<i>P</i>	0.49	0.02	0.000	0.03	0.001	0.06

注 a: DE 膈肌移动度(cm), $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

双侧膈肌移动度差异率经方差分析显示, 5 级患者 DE 差异率低于肌力下降组(0 级、1 级、2 级、3 级、4 级), 差异具有统计学意义($P = 0.02$) (表 4)。

Table 4. Comparison of bilateral DE difference rates in each group ($\bar{X} \pm S$)

表 4. 各组患者双侧 DE 差异率比较($\bar{X} \pm S$)

组别	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级	0 级	<i>F/P</i>
DE 差异率	0.02 ± 0.05	0.08 ± 0.07	0.12 ± 0.08	0.11 ± 0.1	0.1 ± 0.08	0.09 ± 0.06	2.86/0.02

注: DE 差异率(cm), $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3.3. 各组患者肺部感染及呼吸衰竭发生率比较

统计各组患者 30 天内肺部感染及呼吸衰竭发生率, 随着肌力下降, 患者肺部感染发生率显著增高, 差异有统计学意义($P = 0.02$) (表 5)。

Table 5. Comparison of the incidence of pulmonary infection and respiratory failure in each group ($\bar{X} \pm S$)

表 5. 各组患者肺部感染及呼吸衰竭发生率比较($\bar{X} \pm S$)

组别	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级	0 级	χ^2/P
肺部感染	2 (15.38%)	3 (16.66%)	2 (10%)	4 (30.77%)	5 (33.33%)	7 (63.63%)	13.05/0.02
呼吸衰竭	0 (0%)	1 (12.5%)	0 (0%)	1 (7.69%)	2 (13.33%)	3 (27.27%)	9.38/0.09

注: 发生例数(例), 发生率(%), $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

4. 讨论

缺血性脑卒中因其高发病率、高病死率以及致残率, 成为威胁人类健康的重大疾病之一, 倍受临床关注。随着医学理念及医疗技术的大力发展, 脑卒中的救治水平较前明显提升, 其致死率已较前有所下降, 但致残率仍居高不下, 40%以上患者会出现肢体功能障碍[5]。

研究表明, 脑卒中偏瘫患者易出现双侧膈肌功能不同步、膈肌功能障碍, 增加病死率。缺血性脑卒中发生后, 患者脑皮质脊髓传导束受损, 影响运动及感觉神经传导, 出现肢体偏瘫。伴随肢体功能障碍, 患者出现膈肌等呼吸肌肌力下降及运动不同步。与健康人群比较, 脑卒中患者的最大吸气压和最大呼气压力均明显下降[6]。本研究亦显示, 随着偏瘫肌力下降, 患者膈肌移动度亦明显下降, 且肌力下降组患者双侧膈肌移动度差异率均增大, 而在膈肌增厚率方面, 肌力 0 级组患者膈肌增厚率显著低于健侧, 均提示缺血性脑卒中偏瘫患者出现“膈肌偏瘫”。

膈肌是人体重要的呼吸肌, 在吸气过程中负担 90%以上的通气, 人体呼吸冲动由脑干呼吸中枢通过脊髓和周围神经传至膈肌, 膈肌收缩产生胸腔负压, 带动肺膨胀, 使大气压高于肺内压, 产生通气过程。而膈肌主要受呼吸中枢调节、膈神经支配, 从大脑皮质至膈神经传导束之间的任何部位损伤均可能影响

膈肌功能。

急性缺血性脑卒中诊治过程中, 针对呼吸方面主要关注气道保护, 对膈肌功能往往较少关注, 而膈肌在呼吸的维持中具有重要作用, 当患者发生呼吸功能障碍, 伴随缺血缺氧、感染等, 可加重缺血性脑卒中, 而膈肌功能障碍一旦发病, 短时间内呼吸功能无法恢复, 因此急性缺血性脑卒中偏瘫患者早期评估膈肌功能具有重要意义。目前针对膈肌功能的评估主要有呼吸力学参数[7] [8]、跨膈压、颤搐性跨膈压[9]、膈肌电活动[10] [11]及床旁超声[12] [13]评估等。

重症超声在脑卒中膈肌评估中具有重要作用, 有利于早期诊断及治疗。因其无创、实时动态、可重复性高等优势成为膈肌功能评估的重要方法。因此, 采用超声评估膈肌功能, 早期发现缺血性脑卒中偏瘫患者潜在膈肌功能不全, 及时进行呼吸锻炼[14] [15] [16]及物理干预[17] [18], 可减少脑卒中患者膈肌功能障碍的发生, 改善患者预后。Jung 等[19]采用超声评价膈肌功能, 研究发现脑卒中偏瘫患者膈肌活动较健康人减弱, 右侧瘫痪者两侧膈肌移动度均受限, 呼吸肌群肌力和协调性下降, 肺通气量减少, 影响正常的呼吸功能。脑卒中偏瘫患者双侧膈肌功能存在差异, 成为脑卒中患者加速死亡的重要原因。本研究发现, 随着患者肌力下降, 双侧膈肌移动度差异增大, 导致呼吸能力下降, 随意呼吸胸腔内压和咳嗽气流减低, 无法产生有效咳嗽, 出现气道廓清障碍, 进而导致肺部感染、呼吸衰竭, 表明“膈肌偏瘫”可影响患者呼吸功能。

因此, 针对急性缺血性脑卒中患者, 运用重症超声评价患者膈肌功能, 以期早期发现“膈肌偏瘫”与“四肢偏瘫”的同步性, 从膈肌功能状态评价患者发生呼吸功能障碍的风险, 有利于早期评估及干预, 以期减少呼吸功能障碍的发生, 改善患者预后。

基金项目

福建省自然科学基金项目(2022J01833); 福建省自然科学基金项目(2021J01869); 福建中医药大学校管课题临床专项(XB2021019)。

参考文献

- [1] Feigin, V.L., Abajobir, A.A., Abate, K.H., *et al.* (2017) Global, Regional, and National Burden of Neurological Disorders during 1990-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet Neurology*, **16**, 877-897.
- [2] 刘敏, 方向华. 脑卒中后残疾的研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(11): 1146-1150.
- [3] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [4] 陈灏珠, 钟南山, 陆再英. 内科学[M]. 第9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 41-43, 139-142.
- [5] Takebayashi, T., Takahashi, K., Amano, S., *et al.* (2018) Assessment of the Efficacy of ReoGo-J Robotic Training against Other Rehabilitation Therapies for Upper-Limb Hemiplegia after Stroke: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Neurology*, **9**, Article 730. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00730>
- [6] Pollock, R.D., Rafferty, G.F., Moxham, J. and Kalra, L. (2013) Respiratory Muscle Strength and Training in Stroke and Neurology: A Systematic Review. *International Journal of Stroke*, **8**, 124-130. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00811.x>
- [7] McCool, F.D. and Tzelepis, G.E. (2012) Dysfunction of the Diaphragm. *New England Journal of Medicine*, **366**, 932-942. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1007236>
- [8] Sahn, S.A. and Lakshminarayan, S. (1973) Bedside Criteria for Discontinuation of Mechanical Ventilation. *Chest*, **63**, 1002-1005. <https://doi.org/10.1378/chest.63.6.1002>
- [9] Bordoni, B., Morabito, B. and Simonelli, M. (2020) Ageing of the Diaphragm Muscle. *Cureus*, **12**, e6645. <https://doi.org/10.7759/cureus.6645>
- [10] Jolley, C.J., Luo, Y.-M., Steier, J., *et al.* (2009) Neural Respiratory Drive in Healthy Subjects and in COPD. *European Respiratory Journal*, **33**, 289-297. <https://doi.org/10.1183/09031936.00093408>

-
- [11] Kuo, Y.-J., Chen, K.-H.S. (2022) Electrophysiological Assessment of Respiratory Function. In: Chen, R. and Guyenet, P.G., Eds., *Handbook of Clinical Neurology*, Vol. 189, Elsevier, Amsterdam, 15-40. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91532-8.00002-1>
- [12] 王飞飞, 朱晓萍, 马少林. 超声评估膈肌结构和功能[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(3): 276-280.
- [13] 徐晓婷, 刘玲. 床边超声对机械通气患者膈肌功能评估的研究进展[J]. 中华重症医学电子杂志(网络版), 2018, 4(2): 190-194.
- [14] Jo, M.-R. and Kim, N.-S. (2016) The Correlation of Respiratory Muscle Strength and Cough Capacity in Stroke Patients. *Journal of Physical Therapy Science*, **28**, 2803-2805. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2803>
- [15] 党辉, 林夏妃, 陈伟荣, 等. 吸气肌训练联合常规康复训练对脑卒中患者膈肌运动和肺功能的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2023, 58(2): 241-246. <https://doi.org/10.13705/j.issn.1671-6825.2022.06.079>
- [16] Paz, A.L., Doniz, L.G., García, S.O., Canosa, J.L.S. and Couto, C.M. (2016) Respiratory Muscle Strength in Chronic Stroke Survivors and Its Relation with the 6-Minute Walk Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **97**, 266-272. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.10.089>
- [17] 乔魏, 刘苏, 王莹, 等. 体外膈肌起搏治疗联合腹肌电刺激对脑卒中患者呼吸功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(1): 104-109.
- [18] 房红梅, 苏国栋, 魏鲁刚, 李蕊, 等. MHI 技术对改善脑卒中患者膈肌运动幅度与 BI 指数的临床疗效[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(2): 137-139.
- [19] Jung, K.-J., Park, J.-Y., Hwang, D.-W., *et al.* (2014) Ultrasonographic Diaphragmatic Motion Analysis and Its Correlation with Pulmonary Function in Hemiplegic Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, **38**, 29-37. <https://doi.org/10.5535/arm.2014.38.1.29>