

体外膈肌起搏器联合气道廓清技术对气管切开患者肺功能及拔管成功率的影响

黄瑾瑾

上海沪东医院

DOI:10.32629/ffcr.v3i8.18358

[摘要] 目的：分析体外膈肌起搏器联合气道廓清技术对气管切开患者肺功能及拔管成功率的影响。方法：选取2023年4月—2025年3月本院80例气管切开患者，以随机抽签法分组，各40例。对照组常规行气道廓清技术干预，与此同时研究组联合体外膈肌起搏器干预。对比两组肺功能、拔管时间、拔管成功率和膈肌活动度等指标。结果：研究组最大吸气量和最大呼气量均大于对照组 ($P<0.05$)；研究组拔管时间短于对照组，拔管成功率高于对照组 ($P<0.05$)；研究组膈肌活动度大于对照组 ($P<0.05$)。结论：体外膈肌起搏器联合气道廓清技术用于气管切开患者的临床干预中，可有效改善患者的肺功能，增强膈肌活动度，缩短拔管时间，并提高拔管成功率，促进患者康复。

[关键词] 气管切开；体外膈肌起搏器；气道廓清技术；肺功能

中图分类号：R605 文献标识码：A

Effect of Extracorporeal Diaphragmatic Pacemaker Combined with Airway Clearance Technique on Pulmonary Function and Success Rate of Tracheal Tube Removal in Patients with Tracheotomy

Jinjin Huang

Shanghai Hudong Hospital

Abstract: Objective To evaluate the effects of extracorporeal diaphragm pacing combined with airway clearance techniques on pulmonary function and tracheal tube removal success rates in tracheostomy patients. Methods A total of 80 tracheostomy patients admitted to our hospital from April 2023 to March 2025 were randomly assigned to two groups (40 cases each). The control group received standard airway clearance procedures, while the study group received combined extracorporeal diaphragm pacing. Comparative analysis was conducted on pulmonary function, tube removal duration, removal success rate, and diaphragm mobility. Results The study group demonstrated significantly higher maximum inspiratory volume (VI) and maximum expiratory volume (VE) ($P<0.05$) compared to the control group. Additionally, the study group showed shorter tube removal duration and higher removal success rates ($P<0.05$), along with greater diaphragm mobility ($P<0.05$). Conclusion The clinical application of extracorporeal diaphragm pacing combined with airway clearance techniques in tracheostomy patients effectively improves pulmonary function, enhances diaphragm mobility, reduces tube removal time, increases removal success rates, and promotes patient recovery.

Keywords: tracheotomy; extracorporeal diaphragmatic pacemaker; airway clearance technique; pulmonary function

引言

气管切开是建立长期人工气道、保障呼吸道通畅的常用手段。但是这种操作属于有创性，会破坏呼吸道正常生理防御机制，升高咳嗽减弱、分泌物滞留以及肺部感染的风险，引起和加重呼吸肌无力与肺不张，影响患者肺功能恢复，延迟脱机与拔管进程^[1]。因此，对于这类患者而言，如何有效促进气道分泌物清除并改善膈肌功能，是患者康复干预的重

要内容。传统气道廓清技术虽然可以辅助排痰，但在膈肌功能改善上的作用有限，故单独应用效果并不理想。体外膈肌起搏器属于无创神经电刺激技术，通过功能性电刺激增强膈肌收缩力和耐力，理论上认为，将其与气道廓清技术联合应用，能够产生协作效应，但目前关于联合应用的研究较少^[2]。鉴于此，我院开展分组对比研究，旨在探究体外膈肌起搏器联合气道廓清技术对气管切开患者肺功能以及拔管成功率

的影响，为优化呼吸康复方案提供参考依据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2023年4月—2025年3月本院80例气管切开患者，以随机抽签法分组，各40例。研究组，男女比，22:18，年龄36-75岁，均值(55.36±5.62)岁；病程32-58 d，均值(43.66±3.69)d。对照组，男女比，21:19，年龄37-75岁，均值(56.41±5.71)岁；病程33-60 d，均值(44.78±3.85) d。研究经医院伦理委员会批准。基线资料对比未见差异(P>0.05)。

纳入标准：①均为我院气管切开患者；②生命体征稳定；③患者本人及家属同意参与研究。排除标准：①需机械通气辅助呼吸者；②伴恶性肿瘤者；③存在膈肌起搏干预禁忌者。

1.2 方法

1.2.1 对照组

给予患者气道廓清技术干预：①体位引流：通过听诊器判断肺内分泌物聚集情况，协助其调整合适体位，如半卧位或者将床头抬高30-45°、坐位、头低脚高位等，通过重力作用排出支气管内分泌物。②拍背：患者保持坐位或者侧卧位，护理人员手持杯状，通过中等力度叩击背部，按照从下至上、从里到外的顺序，每分钟40—50次，每次10—15分钟，松动痰液。叩背完成后，指导患者深呼吸用力咳嗽。③机械振动干预：应用振动排痰机进行干预，频率为20—30秒每圈，每次5—10分钟，将其放在痰液聚集的地方，通过振动波松弛痰液。④咳嗽训练：患者保持仰卧位，护理人员将双手放于患者肋骨下角，指导患者用力吸气后屏气，患者准备咳嗽时，护理人员以适当力量向上、向内推，辅助呼气引起咳嗽。⑤呼吸控制：患者保持舒适体位，引导患者缓慢吸气，保持肩膀和胸部放松，接着缓慢呼气排出气体，每次训练10分钟，每天2次。

1.2.2 研究组

在对照组基础上联合体外膈肌起搏器干预：首先，向患者及其家属解释操作过程以及配合要点。协助患者调整舒适体位，将起搏器两个电极片分别放在双侧胸锁乳突肌中下1/3外缘处，其余两个电极片放在双侧锁骨中线与第二肋间交界处。刺激频率为40 Hz，脉冲宽度设为0.2 ms，输出电流以能够引起可见的、平稳的腹部起伏为宜，通常为20-50 mA，避免引起患者不适。每次持续刺激时间为30分钟，每天1次，每周5次。体位膈肌起搏结束后，立即开展气道廓清技术进行干预。

1.3 观察指标

1.3.1 肺功能：根据最大吸气量和最大呼气量评估，测量时患者保持坐位，通过咬嘴呼吸，用力深吸到不能再吸入为止，这是最大吸气量；患者休息片刻后，用力吸气后呼气

至不能再呼出为止，此为最大呼气量。

1.3.2 统计两组拔管时间（接受物理干预到拔管后的48小时）以及拔管成功率（拔管后，患者体温、血氧饱和度正常，未出现憋喘、呼吸困难和发绀等异常表现，48小时内未再次插管）。

1.3.3 膈肌活动度：比较两组干预前和干预后膈肌活动度，应用彩色多普勒超声系统测定。

1.4 统计学分析

本研究所得数据以统计软件SPSS 26.0处理分析。 $(\bar{x} \pm s)$ 代表计量资料，t为检验值，n(%)代表计数资料， χ^2 为检验值。P<0.05表示差异有意义。

2 结果

2.1 两组肺功能指标比较

研究组干预后最大吸气量和最大呼气量均高于对照组(P<0.05)。见表1。

表1 两组肺功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	最大吸气量 (ml)		最大呼气量 (ml)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
研究组	40	326.98±26.57	488.85±36.33	317.78±17.87	496.97±39.65
对照组	40	328.74±27.12	396.96±30.36	319.41±18.12	411.25±35.43
t		0.293	12.275	0.405	10.196
P		0.770	0.000	0.687	0.000

2.2 两组拔管时间和成功率比较

研究组拔管时间为(29.78±1.34) d，拔管成功率为87.50%(35/40)；对照组拔管时间为(36.78±1.69) d，拔管成功率为65.00%(26/40)，两组比较差异显著，t=20.527， $\chi^2=5.591$ ，P<0.05。

2.3 两组干预前后膈肌活动度比较

干预前，研究组膈肌活动度为(12.69±0.78) mm，对照组为(12.75±0.84) mm，比较无差异t=0.331，P>0.05；干预后，研究组膈肌活动度增长至(13.55±1.14) mm，对照组为(12.97±0.95) mm，研究组大于对照组t=2.472，P<0.05。

3 讨论

气管切开是救治危重患者和开展长期气道管理的重要方法，但其在保障气道通畅的同时，仍难以避免诱发一系列并发症。正常情况下，人体呼吸道拥有完善的纤毛运动和咳嗽反射等防御机制，但由于气管完整性被破坏，气道自清洁能力明显降低，临床发现，此类患者会因为咳嗽效能下降、分泌物滞留而诱发肺部感染，加剧呼吸肌疲劳，形成恶性循环^[3]。而且，长时间机械通气和卧床可引起膈肌废用性萎缩，而膈肌是最重要的吸气肌，其功能损伤将直接影响通气效果，

是延迟拔管的关键因素^[4]。因此，如何有效清除呼吸道分泌物，促进膈肌功能恢复，是目前临床上亟待解决的重要问题。

传统体位引流、叩背排痰等气道廓清技术以物理方法促进排痰为主，对呼吸肌功能的改善效果欠佳。因此，此次研究将体外膈肌起搏器用于气管切开患者的干预中，结果显示联合干预可有效促进患者肺功能改善，此次研究组干预后最大吸气量和最大呼气量均高于对照组 $P < 0.05$ ，证实了这一点。分析原因，从生理学角度来看，膈肌起搏是通过电极向膈神经发出特定电脉冲，直接刺激膈肌神经，引起有规律地收缩，从而提高膈肌的收缩力和耐力^[5]。而膈肌功能的提高，可直接改善患者的呼吸功能，表现为最大吸气量和最大呼气量的显著增加。同时，强化后的膈肌功能也为患者有效咳嗽提供了动力基础，使得气道廓清技术可以更好地清除分泌物^[6]。另外，本次研究组拔管时间短于对照组，拔管成功率高于对照组 $P < 0.05$ ，提示体外膈肌起搏器联合气道廓清技术能够缩短气管切开时间，提高拔管成功率。这一效果可能与联合干预多方面的协同作用有关。首先，体外膈肌起搏器可以针对呼吸核心肌群进行直接训练，逆转膈肌废用性变化，强化呼吸驱动力；其次，膈肌功能提升可以与气道廓清技术形成良好的协同效果，增强的膈肌收缩力可为有效咳嗽提供动力支持，而有效的气道廓清则可降低呼吸道阻力，减少呼吸做功^[7-8]。两者联合应用相互促进，共同改善了患者的呼吸效率。值得注意的是，本次研究组患者膈肌活动度改善较对照组更加显著 $P < 0.05$ ，认为这主要是因为规律的电刺激在增强膈肌收缩能力的同时，还调节了膈肌血流灌注以及代谢状态，进而促进了肌纤维功能的恢复^[9]。从临床应用价值角度进行分析，体外膈肌起搏器联合气道廓清技术在气管切开患者的干预中体现了呼吸康复主动干预的理念。与传统依靠被动排痰的方法相比，这种联合干预方案不仅重视气道分泌物的有效清除，同时还会针对呼吸肌功能开展主动训练，实现了标本兼治的效果^[10]。尤其是在拔管时机的把握上，联合干预通过改善患者整体呼吸功能状态，为拔管成功创造有利条件。研究组较高的拔管成功率提示这种联合干预手段可通过降低肺部并发症的发生风险，减少由于感染等因素造成的重复插管风险，促进了患者全面康复。

综上所述，体外膈肌起搏器联合气道廓清技术用于气管切开患者临床干预中，通过优化患者的膈肌功能，增强咳嗽

效力，促进分泌物清除，可有改善患者的肺功能，缩短拔管时间，提高拔管成功率。

[参考文献]

- [1]霍飞翔,邵士光,徐海东,等.体外膈肌起搏器联合气道廓清技术对气管切开患者肺功能及拔管成功率的影响[J].济宁医学院学报,2025,48(5):417-422.
- [2]吴孟姿,杨友玲.振动正压通气联合气道廓清技术在卒中气管切开患者中的应用[J].浙江创伤外科,2025,30(3):512-515.
- [3]李响,张洪蕊,刘陵鑫,等.腹部电刺激联合气道廓清技术对气管切开重症患者咳嗽能力及拔管成功率的影响[J].中国康复医学杂志,2024,39(10):1474-1480.
- [4]戴文娟,邵银进,魏丽珠,等.体外膈肌起搏器联合人工膨肺技术对颈髓损伤气管切开患者肺功能康复的应用研究[J].中国当代医药,2024,31(18):38-42.
- [5]代琰,王苓,金亮,等.阈值压力负荷呼吸训练联合体外膈肌起搏器对脑卒中后气管切开患者肺功能影响[J].创伤与急危重病医学,2024,12(3):151-154+158.
- [6]李响,张洪蕊,刘陵鑫,等.个性化气道廓清技术对重症康复病房气管切开患者拔管的影响[J].中国康复医学杂志,2024,39(5):641-646.
- [7]胡琳娜,蔡洵红,雷海同.体外膈肌起搏联合呼吸训练器对脑卒中后气管切开患者肺康复的影响[J].深圳中西医结合杂志,2023,33(14):81-84.
- [8]王立童,靳丹,王利凯,等.气道廓清技术联合囊上吸痰对脑卒中气管切开患者呼吸道管理的疗效观察[J].沈阳医学院学报,2022,24(5):504-507+534.
- [9]阮丽英,刘学进,林献青,等.侧俯卧位下应用体外膈肌起搏器对脑卒中气管切开患者肺功能康复的影响[J].赣南医学院学报,2022,42(6):608-611+615.
- [10]闫斌,陈峰,刘永飞,等.体外膈肌起搏器在重症脑出血术后患者脱机中的临床应用[J].临床和实验医学杂志,2022,21(4):440-443.

作者简介:

黄瑾瑾(1986.07-),女,汉族,山东省菏泽市人,本科,中级,研究方向为内科。