

人工气道集束化管理新进展

袁伟伟, 惠智艳, 沙海旺, 白智远*

延安大学附属医院重症医学科, 陕西 延安

Email: *363324474@qq.com

收稿日期: 2021年8月3日; 录用日期: 2021年8月25日; 发布日期: 2021年9月7日

摘要

本文就机械通气患者如何实施人工气道湿化、气道雾化、辅助排痰、气道吸引四个方面进行汇总, 旨在对国内外人工气道管理中有关标准的研究进展与应用现状进行综述, 以期为人工气道集束化管理提供参考。

关键词

人工气道管理, 气道湿化, 气道雾化, 排痰, 气道吸引

New Progress in Cluster Management of Artificial Airway

Weiwei Yuan, Zhiyan Hui, Haiwang Sha, Zhiyuan Bai*

Department of Critical Care Medicine, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Email: *363324474@qq.com

Received: Aug. 3rd, 2021; accepted: Aug. 25th, 2021; published: Sep. 7th, 2021

Abstract

This paper summarizes how to implement artificial airway humidification, airway atomization, assisted sputum discharge and airway attraction in mechanical ventilation patients, aiming to review the research progress and application status of artificial airway management at domestic and foreign, in order to provide reference for artificial airway cluster management.

Keywords

Artificial Airway Management, Airway Humidification, Airway Atomization, Sputum Excretion,

*通讯作者。

Airway Aspiration

Copyright © 2021 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

人工气道是通过气管插管(经口、经鼻)以及气管切开等途径建立于生理气道和空气或其他气源之间的有效连接,为保持气道通畅、有效引流、机械通气、治疗肺部疾病提供条件。随着医疗水平及人们对疾病认知的提高,实施机械通气患者的数量在逐年增加,然而人工气道的建立破坏了正常上呼吸道的功能,临床因呼吸机治疗产生的呼吸机相关肺炎、肺不张、呼吸道堵塞、肺气压伤等并发症发生率居高不下,揭示了人工气道安全有效管理的重要性。目前与人工气道管理有关的标准有哪些、这些标准的研究现状如何以及临床工作中能否准确地按照标准去操作等问题在这里做进一步归纳和总结。

2. 人工气道湿化管理

建立人工气道的患者原本上呼吸道的过滤、湿化、加温功能随着人工气道的建立而不存在,所以下呼吸道会发生黏膜干燥、痰液黏稠,以致发生气道不通、肺通气不足和继发肺部感染等并发症[1]。因此对吸入气体进行湿化、温化是非常必要的。近年来气道湿化方式在人工气道管理中有了很大的进展。现介绍如下。

2.1. 何为气道湿化

气道湿化是指为了保护患者的气管、支气管黏膜,将溶液分散成细小微粒,随吸气或者呼吸机送气过程中进入气道,以使气道的湿化度增加、防止痰栓和便于排痰的一种物理疗法。

2.2. 人工气道湿化的方法:包括使用呼吸机时的湿化和停用呼吸机时的湿化

2.2.1. 使用呼吸机时的湿化

主动湿化:指在呼吸机管路内应用加热湿化器以物理的方法进行吸入气体的加温加湿,应用时注意及时添加灭菌纯化水,保持适宜水位,勿添加带离子的液体。现在广泛应用加热导丝型湿化器,可自动加水、恒温加热,使吸入气体达到 37℃,湿度 100%,减少污染,减少工作量,是今后气道湿化的发展方向。间断推注法、输液器滴注法因容易导致呛咳、污染及不易准确控制湿化过程和滴入速度,不推荐常规使用[2]。

被动湿化:是指应用人工鼻(湿热交换器型)加温加湿,连于人工气道和呼吸机 Y 型管路之间,将患者呼出气体中的水分和热量返还到患者随后的吸气过程中,被动湿化吸入气体,而保护远端呼吸机管路。国外一些学者研究发现[3],人工鼻应用于呼吸道黏膜条件好或有自主排痰能力的患者时效果较好,但由于其可以使气道阻力增加、死腔容积增加和吸气做功增加,在慢性呼衰和脱机困难患者中应慎用。

2.2.2. 停用呼吸机时的湿化

非机械通气时采用雾化湿化法,分超声雾化或高流量氧气雾化。超声雾化时雾滴易沉积阻塞小气道,可导致肺不张,从而主张用小雾量、短时间、间歇雾化法,每 2 h~4 h 雾化 5 min~10 min,常用于撤机后的雾化。而高流量氧气雾化是利用射流原理将药液撞击成直径为 1 μm~3 μm、流速为 0.2~0.3 mL/min 的

微小雾滴，肺不张发生率低，雾化同时可以保证有效氧供，临床实践效果好[4]。

2.3. 湿化液的温度

2.3.1. 湿化液的温度

应该保持在 32℃~35℃，进入呼吸道后逐渐升至体温水平，可使相对湿度维持纤毛活动的生理要求。若需要加强湿化，可相应提高吸入气体温度，但不应>40℃，防止灼伤气道黏膜；但也不宜温度<30℃，否则会使温度过低失去湿化作用。

2.3.2. 人工气道湿化量及湿化适度的标准

临床常用判断气道湿化的标准为：湿化过度时痰可以轻易咳出，如米汤或白色泡沫样，吸痰后吸引管无残留；湿化合适时痰需使劲才能咳出，吸痰后吸引管管壁有少量痰液滞留，用纯化水一冲就干净；湿化不足时痰液极度黏稠，甚至有痰痂、痰栓，颜色深黄不易咳出，吸引管冲不干净。推荐湿化液用量：痰液呈米汤样时不予湿化，间隔 3 h~4 h；湿化合适时每次 3~5 mL，间隔 1 h；出现痰痂或痰栓时每次 5~10 mL，间隔时间 2~3 次/h。随着呼吸机湿化罐及管路的改进，推荐持续湿化，在持续湿化的基础上调整温度来改变湿化程度。

国内机械通气临床应用指南[5]推荐不管采取何种湿化方式，均要求气管近端的温度为 37℃，相对湿度为 100%，这是最理想的状态，临床工作中如何保证吸入气体达到最佳的温度和湿度仍存在较大争议。李丽等[6]参照湿化器说明书对湿化器进行设定，并采用温度感应器持续监测呼吸机吸气端的温度，结果表明吸气端气道温度为 36℃，对一般患者较合适，也有学者将低于体表温度 2℃设置为呼吸机湿化器的最佳温度。有研究[7]显示目前国内外推荐的标准都是基于体外试验得出，是湿化装置的最低湿化要求，并没有一个确定的临床最佳湿化标准，湿化的温度和湿度标准还需研究证实；同时临床上需加强对人工气道湿化效果与最佳温度及湿度的监测，以保证加温加湿效果。

3. 人工气道雾化管理

雾化吸入是应用特制的气溶胶发生装置，将水分和药液形成气溶胶的液体微滴或固体微粒，被吸入并沉积于呼吸道和肺泡靶器官，以达到治疗疾病、改善症状的目的，起效快、局部药物浓度高、用量少、应用方便、全身不良反应少是其特点。当使用人工鼻进行温湿化时，由于人工鼻可吸附大量气溶胶，雾化吸入时需要将人工鼻暂时取下。目前可用于机械通气患者雾化吸入的装置有小容量雾化器和加压定量吸入器。

3.1. 小容量雾化器

小容量雾化器主要用于雾化吸入药液，包括喷射雾化器、超声雾化器以及震动筛孔雾化器。喷射雾化器需要压缩气体驱动，有的呼吸机如 Drager、伽利略等配备了雾化功能，雾化器的驱动气源由呼吸机吸气相气流中的一个分支提供，是呼吸机给患者输送潮气量的一部分，因此不会影响呼吸机工作；由于只在患者吸气时产生气溶胶，故不会造成呼气相气溶胶的浪费。有的呼吸机如 PB840、simensservoi 等，未配备雾化功能，只能应用额外的压缩气源驱动，外接气流增大了潮气量，影响呼吸机供气；增加了基础气流，容易造成患者触发不良，呼吸机报警等；持续雾化也造成呼气相气溶胶的浪费。因此，使用额外气源驱动雾化器时，需适当下调呼吸机预设的容量或压力。如果外接气源是压缩氧气，会造成实际吸入氧浓度较呼吸机设置氧浓度高，所以对慢性阻塞性肺疾病患者进行雾化吸入，建议采用压缩空气驱动或适当下调呼吸机的预设吸氧浓度，以避免过高氧浓度对呼吸的抑制。当患者出现触发不良，造成通气不足时，可将呼吸机模式更换为辅助-控制通气模式，并适当上调预设的呼吸频率，以保证有效通气量

[8], 雾化结束后恢复原参数模式。超声雾化器和震动筛孔雾化器为电力驱动, 不产生额外气流, 因此不会对呼吸机送气造成影响。但其缺点是持续雾化造成呼气相气溶胶的浪费。

3.2. 加压定量吸入器 (Pressuremeter Doseinhaler, pMDI)

使用前需要上下摇动, 雾化吸入时需注意在呼吸机送气初同步摁压, 精确控制 pMDI 与呼吸机送气同步能有效提高气溶胶输送。体外研究结果显示, pMDI 连接腔体状储雾罐放置于不同位置, 气溶胶的肺内沉积量有所差异。临床研究也证实, 将 pMDI 及储雾罐置于吸气支 Y 型管处疗效好。

3.3. 雾化药物选择

3.3.1 黏液溶解剂

N-乙酰半胱氨酸(N-acetylcysteine, NAC)是目前最常用的非肽类黏液溶解剂。NAC 可破坏黏蛋白单体与聚合物连接的二硫键, 降低痰液黏度, 利于痰液引流。由于 NAC 含有游离巯基, 它也被认为具有抗氧化特性。van Meenen 等[9]研究发现 NAC 可以改善健康成人黏液纤毛的清除速率。机械通气患者雾化 NAC 可以改善氧合, 但不降低痰液密度与气道压力[10]。

3.3.2. 祛痰药

祛痰药不能改变痰液中黏蛋白的黏性, 而是通过刺激分泌物产生或者提高分泌物含水量, 提高清除率[11]。这类药物包括高渗盐水、甘露醇、愈创甘油醚、碘化甘油、碘化钾饱和溶液、氯化铵、溴己新等。高渗盐水可用于无痰或少痰患者, 诱导痰液生成以用于标本采集, 且与生理盐水组对比并不增加肺不张发生率[12]。尽管愈创甘油醚、碘化甘油、氯化铵、甘露醇等药物被广泛用于非机械通气患者, 但尚无良好的对照临床试验支持其用于重症患者, 尤其是机械通气患者[13] [14]。

3.3.3. 黏液促动剂

通过增加黏液的“运动性”, 并提高咳嗽运输效能, 提高痰液清除率。采用药物为 β_2 受体激动剂和氨溴索。选择性 β_2 受体激动剂最主要的作用在于舒张支气管平滑肌, 降低气道阻力。目前临床雾化吸入所用制剂主要为短效 β_2 受体激动剂, 其起效迅速(数分钟)、维持时间短(3~6 h), 代表药物有特布他林和沙丁胺醇。研究显示: 根据临床疑似或确定喘息、典型提示小气道阻塞的异常呼吸机波形或二氧化碳曲线, 有创机械通气 >24 h 的患者应按需雾化吸入沙丁胺醇; 该研究中 7.9% 按需组患者接受了沙丁胺醇雾化治疗, 按需组的临床结局与常规组无差异, 而且沙丁胺醇相关的快速性心律失常发生率更低[15]。文献报道, 特布他林对 β 受体选择性及对肥大细胞膜的稳定性更强[16]。

氨溴索具有抗炎以及刺激表面活性物质形成的作用, 且可以增加纤对黏液的清除率。尽管关于临床应用静脉制剂进行雾化治疗有较多的报道, 但国内尚无氨溴索雾化制剂, 其雾化吸入的使用方法、疗效、安全性尚需更多临床研究验证。使用静脉制剂雾化吸入的安全性并未得到验证, 属于超说明书使用, 可能增加患者风险。

3.3.4. 黏液调节剂减少慢性黏液分泌过多的过程

黏液调节剂主要为抗炎药物, 如糖皮质激素可以减少炎症引起的黏液分泌过多[17]; 雾化吸入布地奈德可以降低拔管后重插管率和呼吸窘迫的发生率, 减轻拔管后喉咙不适感[18], 扩张支气管, 减轻气道阻力, 且全身不良反应较小[19]。但目前尚无充分证据证实其可以减少分泌物的分泌。

由于临床上机械通气雾化给药过程中还存在许多不规范之处, 一项调查显示呼吸机使用中 77% 未调整机械通气参数和设置; 仅 65% 在呼气端添加了过滤器, 这其中有 28% 未曾更换过过滤器; 22% 会在雾化给药时关闭加热加湿器; 关于雾化颗粒大小、雾化输出和肺部沉积的知识非常少; 甚至依然有 87% 的

机械通气雾化治疗使用者认为超声雾化的疗效更优[20]。雾化吸入治疗技术开展的程度如何以及是否规范,对 ICU 患者的预后具有重要影响。重症患者气道廓清技术专家共识推荐如下[21]: 推荐意见 1: 对有创机械通气的患者, 建议根据气道分泌物粘度雾化吸入乙酰半胱氨酸, 建议根据小气道阻塞程度雾化吸入短效 β_2 受体激动剂。推荐意见 2: 高渗盐水及等渗盐水雾化治疗可用于诱导痰液生成以利于标本采集。推荐意见 3: 由于缺乏气道廓清药物静脉制剂雾化吸入的安全性和有效性证据, 建议不使用静脉制剂雾化吸入用于重症患者气道廓清治疗。

4. 人工气道患者辅助排痰

机械通气对呼吸系统廓清功能的影响主要有以下 3 各方面: 首先, 人工气道建立后, 鼻咽部加温加湿功能消失、气道内水分和热量丢失; 其次, 机械通气建立后, 损伤气道纤毛功能、呼吸肌萎缩; 最后, 镇痛镇静治疗后, 呼吸道纤毛运动消失、咳嗽排痰能力消失。运用物理治疗方法可协助患者痰液引流, 促进痰液排出。目前使用的体外辅助排痰的方法主要有人工排痰法(背部叩击)和机械排痰法(体外振动排痰仪)两种方法。

4.1. 人工排痰法

即背部叩击法, 协助患者侧卧位, 操作者五指并拢呈弓形, 用中等以患者能承受为宜的力量、腕关节用力, 以 40~50 次/分的频率、由下至上、由外至内叩击背部。勿在脊柱、骨突部位进行, 每次 10~15 分钟。应在餐后 2 h 至餐前 30 min 完成, 注意病人的反应, 叩背时注意观察患者气道反应, 及时协助吸痰; 有经验时可借助听诊器听诊肺部呼吸音、干湿型啰音, 以明确判断病变部位, 有针对性的胸部叩击效果更好。人工方法简单, 但易使人感到疲劳[22]。扣背排痰不仅有助于提高痰液的松动和清除效果, 而且还能促进患者的舒适感, 促进疾病的预后。作为传统的协助排痰方法, 应用广泛, 便捷, 医护人员、护工或家属给予一定的指导、培训均可掌握[23]; 人工排痰法缺点是叩击力量不易控制, 若力量过轻无法达到较好的排痰效果, 力量过重则易使叩击部位发生皮肤红肿甚至皮下出血, 且人工叩背频率也不易控制。

4.2. 机械排痰法

分体外震动排痰仪和高频胸壁振荡排痰仪。

1) 体外震动排痰仪是根据物理定向叩击原理设计的, 其治疗头通过纯机械振动的方式, 可对人体产生特定方向周期变化的综合治疗力(由垂直力及水平力合成)。其中一种为垂直于体表的治疗力, 它对人体产生的叩击、震颤作用可使呼吸道粘膜表面粘液和代谢物松弛和液化, 使其变小变松。另一种为平行于体表的水平治疗力, 它对人体产生的定向挤推、震颤作用可使支气管中已被液化的粘液按定向挤推方向逐步排出体外(细支气管 - 支气管 - 气管)每分钟 20~30CPS 的使用频率和人体组织的自然频率相近, 能很好的传导到肺深部组织, 作用于深部细小气道, 可以有效的排出细小气道中的痰液。相当于人工扣背穿透性强, 对深部不易咳出的痰液排除效果较为明显, 排痰更加彻底, 且能够提高患者舒适度, 改善瘀滞的肺部血液循环, 减少护士工作量; 气道堵塞、痰痂堵管发生率低于人工排痰方法[24]。

2) 高频胸壁振荡排痰仪, 最新的物理痰排痰器, 西方国家得到推广应用, 但在中国现有的情况下报道尚少。通过胸壁高频振荡作用, 在气道内形成来回快速高频率震颤移动的小容积气体, 其与呼吸道黏膜上的痰液形成剪切力从而松动痰液, 降低痰液粘稠度, 促进痰液从支气管向主气管移动。高频胸壁振荡排痰系统通过迅速地充气和放气, 利用空气冲与胸带连接, 达到放松胸壁的目的。与常规振动排痰相对比, 高频胸壁振荡排痰可使粘液得到松解, 改变呼吸道分泌物性状, 从而有助于排出[25]。同时放松胸

壁也可以诱发呼吸气体的排除,改变分泌物的粘性,从而使其顺利排出。高频振荡还可以帮助纤毛摆动,从而刺激纤毛运动,加快分泌物排除[26]。

4.3. 人工气道患者辅助排痰禁忌症

肺出血及咯血;多发肋骨;气胸及胸壁疾病;严重凝血功能异常;血小板严重异常;房颤、室颤、急性心梗;不能耐受的病人。

5. 人工气道患者的气道吸引管理

5.1. 最佳吸痰时机和指征

正确、有效的吸痰能保证患者呼吸道通畅,但吸痰也是一项具有潜在危险性的操作,操作不当会造成气道黏膜损伤、低氧血症、心脏骤停甚至死亡等一系列并发症[27]。美国呼吸治疗学会(American Association Respiratory Care, AARC)不推荐常规进行气道内吸痰,建议有以下指征之一时吸痰[28]:床旁听到呼吸道痰鸣音或听诊气道内有明显的大水泡音;体位变化前后;患者不能自主进行有效的咳嗽;出现频繁呛咳或呼吸窘迫综合征;血氧饱和度下降;血氧分压下降;容量控制的吸气峰压增高或压力控制的潮气量降低;清醒患者主诉憋气,主动示意吸痰。“按需吸痰、适时吸痰”理念已逐步被临床所接受,临床工作中护士严格按照 AARC 推荐的吸痰指征进行吸痰护理,打破常规的按时或按医嘱吸痰,取得了较好的效果。Pedersen 等[3]研究表明,气道内的分泌物在 8 h 内缓慢形成,如患者 8 h 内无吸痰指征,应进行 1 次吸痰。

5.2. 气道内吸痰负压的选择标准

我国《基础护理学》教材上推荐成人吸痰负压为 300~400 mmHg,儿童吸痰负压<300 mmHg [29],而原卫生部规定成人吸痰负压范围是 150~200 mmHg [30],临床采用的吸痰负压都基于研究者各自的经验,缺少实证性。

综上所述,人工气道极速化管理包含种类繁多的评估和操作技术,临床上宜根据对患者的精准评估和判断,结合对具体技术的掌握情况,合适选择、规范应用。目前我国临床上,对危重症患者人工气道廓清能力评估、适宜技术选择和规范应用方面仍有欠缺,高质量的临床研究少,异质性大,使得在这一领域没有较新的共识或临床应用指南,因此在人工气道集束化管理上还需要开展更多的假设科学、设计合理、实施规范、结论可靠的高质量临床研究,增加技术认识、推广技术应用,最终使患者受益。

参考文献

- [1] 洪跃玲, 杨相梅. 机械通气患者人工气道管理的研究进展[J]. 现代医药卫生, 2014, 30(6): 845-847.
- [2] Muscedere, J., Rewa, O., McKechnie, K., et al. (2011) Subglottic Secretion Drainage for the Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Critical Care Medicine*, **39**, 1985-1991.
- [3] Pedersen, C.M., Rosendahl-Nielsen, M., Hjermland, J., et al. (2009) Endotracheal Suctioning of the Adult Intubated Patient—What Is the Evidence. *Intensive and Critical Care Nursing*, **25**, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2008.05.004>
- [4] 张娜. 超声雾化吸入与氧气雾化吸入在妇科全麻术后卧床患者中的临床应用[J]. 中国现代药物应用, 2021, 15(6): 42-44.
- [5] 中华医学会重症医学分会. 机械通气临床应用指南(2006) [J]. 中国危重病急救医学, 2007, 19(2): 65-72.
- [6] 李丽, 邵雪晴, 刘玉华, 等. 机械通气患者湿化温度设定对湿化效果的影响[J]. 中华护理杂志, 2008, 43(11): 1009-1010.
- [7] 侯大鹏, 姜智. 机械通气时环境温度对呼吸道湿化的影响[J]. 中国急救医学, 2008, 28(12): 1108-1110.

- [8] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 机械通气时雾化吸入专家共识(草案) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(11): 812-815.
- [9] van Meenen, D.M.P., van der Hoeven, S.M., Binnekade, J.M., *et al.* (2018) Effect of On-Demand vs Routine Nebulization of Acetylcysteine with Salbutamol on Ventilator-Free Days in Intensive Care Unit Patients Receiving Invasive Ventilation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, **319**, 993-1001. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.0949>
- [10] Aylward, M., Maddock, J. and Dewland, P. (1980) Clinical Evaluation of Acetylcysteine in the Treatment of Patients with Chronic Obstructive Bronchitis: A Balanced Double-Blind Trial with Placebo Control. *European Journal of Respiratory Diseases*, **111**, 81-89.
- [11] Donaldson, S.H., Bennett, W.D., Zeman, K.L., *et al.* (2006) Mucus Clearance and Lung Function in Cystic Fibrosis with Hypertonic Saline. *The New England Journal of Medicine*, **354**, 241-250. <https://doi.org/10.1056/NEJMoA043891>
- [12] Rubin, B.K., Ramirez, O. and Ohar, J.A. (1996) Iodinated Glycerol Has No Effect on Pulmonary Function, Symptom Score, or Sputum Properties in Patients with Stable Chronic Bronchitis. *Chest*, **109**, 348-352. <https://doi.org/10.1378/chest.109.2.348>
- [13] Hoffer-Schaefer, A., Rozycki, H.J., Yopp, M.A., *et al.* (2014) Guaifenesin Has No Effect on Sputum Volume or Sputum Properties in Adolescents and Adults with Acute Respiratory Tract Infections. *Respiratory Care*, **59**, 631-636. <https://doi.org/10.4187/respcare.02640>
- [14] 中华医学会呼吸病学分会《雾化吸入疗法在呼吸疾病中的应用专家共识》制定专家组. 雾化吸入疗法在呼吸机疾病中的应用专家共识[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(34): 2696-2708.
- [15] Rubin, B.K. (2007) Mucolytics, Expectorants, and Mucokinetic Medications. *Respiratory Care*, **52**, 859-865.
- [16] Rubin, B.K. (2014) Secretion Properties, Clearance, and Therapy in Airway Disease. *Translational Respiratory Medicine*, **2**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/2213-0802-2-6>
- [17] Kashefi, P., Abbasi, A., Abbasi, M., *et al.* (2015) Comparison of the Efficacy of Nebulized Budesonide and Intravenous Dexamethasone Administration before Extubation in Prevention of Post-Extubation Complications among Patients Admitted in Intensive Care Unit. *Advanced Biomedical Research*, **4**, 11. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.148293>
- [18] Vogelmeier, C.F., Criner, G.J., Martinez, F.J., *et al.* (2017) Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report. GOLD Executive Summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **195**, 557-582. <https://doi.org/10.1164/rccm.201701-0218PP>
- [19] Bateman, E.D., Rennard, S., Barnes, P.J., *et al.* (2009) Alternative Mechanisms for Tiotropium. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*, **22**, 533-542. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2009.06.002>
- [20] 葛慧青, 孙兵, 等. 重症患者气道廓清技术专家共识[J]. 中华重症医学电子杂志(网络版), 2020, 6(3): 272-282.
- [21] Ehrmann, S., *et al.* (2013) Aerosol Therapy during Mechanical Ventilation: An International Survey. *Intensive Care Medicine*, **39**, 1048-1056. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2872-5>
- [22] 伍天爱. 肺康复治疗对稳定期慢性阻塞性肺疾病患者肺功能及血气分析的影响[J]. 世界临床医学, 2017, 11(7): 23.
- [23] 周洁. 患者家属扣背排痰教育对慢性阻塞性肺疾病患者排痰效果及肺功能的影响分析[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2019, 7(34): 86-87.
- [24] 黄昕. 集束化护理联合体外震动排痰仪在急诊建立人工气道患者中的应用效果[J]. 医疗装备, 2020, 33(19): 166-168.
- [25] Krasovskijs, A., Usacheva, M., *et al.* (2013) High Frequency Chest Wall Oscillation (HFCWO) in the Treatment of Acute Pulmonary Exacerbation in Adult Cystic Fibrosis (CF) Patients. *European Respiratory Journal*, **42**, 3599-3600.
- [26] 李戈, 陈上学, 彭晶. 高频胸壁振荡对机械通气患者排痰效果的影响[J]. 当代护士(中旬刊), 2020, 27(11): 153-155.
- [27] 曹珍珠. 人工气道吸痰的护理进展[J]. 护理实践与研究, 2008, 5(4): 73-74.
- [28] American Association for Respiratory Care (2010) AARC Clinical Practice Guidelines Endotracheal Suctioning of Mechanically Ventilated Patients with Artificial Airways 2010. *Respiratory Care*, **55**, 758-764.
- [29] 李小寒, 尚少梅. 基础护理学[M]. 第5版. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 238.
- [30] 戴艳萍. 机械通气患者吸痰的护理研究进展[J]. 中华现代护理杂志, 2009, 15(2): 191-193.