

标准与解读

DOI:10.19538/j.nk2024090104

《成人危重症患者的雾化吸入治疗:关于各种呼吸支持模式下雾化给药策略的共识》要点解读

景国强¹,吕 珊²,刘 凯³,代 冰⁴,李 洁⁵

摘要:如何在接受各种呼吸支持的同时优化雾化给药策略是临床关注的难点。《成人危重症患者的雾化吸入治疗:关于各种呼吸支持模式下雾化给药策略的共识》(以下简称共识)涵盖了有创通气、无创通气和经鼻高流量氧疗3种呼吸支持方式下的雾化给药优化策略,包括了雾化装置选择、雾化装置安放位置、温湿化的设置、药物剂量调整及装置正确操作要点等方面。该共识具有科学性、实用性,有助于规范危重症患者的雾化吸入治疗,提高治疗效果,并增加安全性。文章将对共识中的推荐要点分别从共性及个体化角度进行归纳解读。

关键词:成人;危重症;雾化吸入治疗;有创通气;无创通气;经鼻高流量氧疗

中图分类号:R452 **文献标识码:**A

Key points interpretation of the Consensus Statement on Aerosol Therapy in Critically Ill Adult Patients: Strategies for Aerosol Drug Delivery in Various Respiratory Support Modes JING Guo-qiang^{*}, LYU Shan, LIU Kai, DAI Bing, LI Jie. ^{*} Department of Critical Care Medicine, Binzhou Medical University Hospital, Binzhou 256603, China

Corresponding author: LI Jie, E-mail: Jie_Li@rush.edu

Abstract:How to optimize nebulization drug delivery strategies while receiving various respiratory support has been a challenging focus in clinical practice. The “Aerosol therapy in adult critically ill patients: a consensus statement regarding aerosol administration strategies during various modes of respiratory support” (hereinafter referred to as the “Consensus”) covers optimization strategies for nebulization drug delivery under three respiratory support modes: invasive ventilation, non-invasive ventilation, and high flow nasal cannula. It includes aspects such as selection of nebulization devices, positioning of nebulizers, humidification treatment, drug dose adjustment, and operational key points. This consensus is scientific and practical, helping to standardize nebulization therapy in critically ill patients, optimize treatment effects, and improve safety. This article will summarize and interpret the key recommendations of the consensus from both common and individualized perspectives.

Keywords: adult; critical illness; aerosol therapy; invasive mechanical ventilation; non-invasive ventilation; high flow nasal cannula

雾化吸入是治疗呼吸系统疾病常见且重要的给药措施之一,其具有靶器官药物浓度高,起效时间快,全身不良反应少等显著优点。在危重症患者的治疗过程中,雾化给药往往需要在复杂的环境下进行。尤其是当患者同时接受其他呼吸支持措施,如有创通气(invasive mechanical ventilation, IMV)、

无创通气(noninvasive ventilation, NIV)或经鼻高流量氧疗(high flow nasal cannula, HFNC)的情况下,雾化吸入治疗的实施变得更加复杂。纵观国内外现状,多个学会已经发布了雾化吸入的相关共识,尽管部分涉及IMV或危重患者,但针对NIV或HFNC患者的雾化吸入规范和共识仍然非常有限。国内多中心调查问卷研究结果显示,在2203位重症监护病房(intensive care unit, ICU)医务人员中有超过50%的受访者不知晓在机械通气时雾化装置的正确安装位置^[1]。而另一项国内多中心观察性研究发现机械通气雾化吸入人群中只有36%的患者接受了符合证据推荐的雾化吸入治疗^[2]。而国内外学

作者单位:1.滨州医学院附属医院重症医学科,山东 滨州 256603;2.北京大学人民医院重症医学科,北京 100044;3.复旦大学附属中山医院重症医学科,上海 200032;4.中国医科大学附属第一医院呼吸与危重症医学科,辽宁 沈阳 110001;5.美国芝加哥 Rush 大学,美国 伊利诺伊州 60612

通信作者:李洁,电子信箱:Jie_Li@rush.edu

术界在患者接受 HFNC 期间进行雾化吸入治疗方面都没有达成共识,许多实践与现有的最佳使用证据不一致^[3]。因此,出于为接受不同呼吸支持的危重症患者的雾化吸入治疗提供临床实践指导的初衷,并为研究者指明未来研究方向,由 17 位雾化吸入治疗专家组成的国际多学科团队历时两年余完成了撰写工作,并于 2023 年 7 月在 *Annals of Intensive Care* 杂志上发表了《成人危重症患者的雾化吸入治疗:关于各种呼吸支持模式下雾化给药策略的共识》(以下简称共识)^[4]。共识基于改良的 Delphi 方法,通过检索和回顾文献凝练成初步证据意见,专家组对初步证据意见进行三轮评审和两次在线会议讨论修订,最终达成 20 条推荐意见。这些推荐意见涵盖了雾化装置选择、雾化装置安放位置、温湿化的设置、药物剂量调整以及装置正确操作要点等方面,旨在优化气溶胶输送效率,确保药物能够有效到达目标部位。该共识具有科学性和实用性,为规范临床实践、提高治疗效果、增加安全性等方面提供了详细的指导。本文将对共识的要点进行深入了解,以期帮助临床工作人员更好地理解和实施指导意见。

1 IMV、NIV、HFNC 时雾化治疗的共性问题

1.1 雾化装置的选择 目前危重症患者常用的雾化装置有:(1)小容量雾化器,包括喷射雾化器(jet nebulizer, JN)(可进行吸气同步雾化和持续雾化两类,取决于呼吸机是否带有吸气同步驱动雾化功能)、振动网孔雾化器(vibrating mesh nebulizer, VMN)以及超声雾化器(ultrasonic nebulizer, USN);(2)压力定量吸入器(pressure metered-dose inhaler, pMDI)组合储雾罐。部分雾化装置特点如表 1。

无论以上何种呼吸支持下的患者,在接受雾化治疗时,共识均推荐将 VMN 及 pMDI+储雾罐两种雾化装置作为首选。VMN 和 pMDI+储雾罐在药物输送效率方面的优势并不因呼吸支持方式的不同而

异,这是专家组根据以肺内气溶胶沉积率为观察指标的多项体内、体外研究的一致结果,以及雾化过程中装置对机械通气和药物稳定性的影响等综合因素做出的推荐意见^[4]。

根据一项国内的调查研究结果,目前 ICU 机械通气患者接受雾化吸入治疗时采用的装置按所占比例依次为 JN (67.2%)、VMN (15.2%)、pMDI (12.8%)、USN (4.8%), JN 中有 63.1% 为呼吸机吸气同步雾化^[2]。一项世界性问卷调查研究结果显示, ICU 中 HFNC 时雾化最常用的装置为 VMN^[3]。JN 的药液雾化输送效率低,却在国内被广泛使用,或许是由于其价格较低、可选择性较多,以及使用者对雾化装置了解不足等因素所致。然而,无论持续 JN 还是吸气同步 JN,均存在其他待解决的问题。如 JN 需要外部压缩气体以驱动雾化,因此采用持续 JN 时,会在呼吸回路中产生额外的不间断的气体流量,这将对有创呼吸机和无创呼吸机的送气气流产生影响,导致人机不协调和设置参数的偏离,如吸气触发困难、潮气量及吸氧浓度的增加等^[5]。在 HFNC 时,持续 JN 同样会改变气体流量和吸氧浓度。而采用吸气同步 JN 虽然不会产生额外持续气流,但却面临治疗时间需要延长 2~3 倍的问题^[6]。与 JN 相比, VMN 和 pMDI+储雾罐增加了肺部药物沉积率,而对呼吸支持治疗几乎无任何影响。然而, VMN 通常比 JN 的耗材花费更高。因此,当使用昂贵或特殊药物行雾化治疗或者需要注重增加肺内药液沉积率时,使用 VMN 可能更具成本效益。

1.2 加温湿化因素的考量 无论患者接受何种呼吸支持均需要对供气进行加温湿化,加温湿化方式可分为主动加热湿化(heated humidifier, HH)和被动温湿化(heat and moisture exchanger, HME; 也称作人工鼻)。共识推荐在雾化吸入治疗时使用 HH 者不必将 HH 关闭,而使用 HME 时应将 HME 移除或绕过。

NIV 时,尚无证据显示 HH 会对雾化治疗产生

表 1 不同雾化装置特点比较

雾化装置	对呼吸机工作的影响	药液残留量	肺内药液沉积率	雾化耗时	操作要求
喷射雾化器					
呼吸机吸气同步雾化	小	0.5 ~ 1.0 mL	5% ~ 10%	3 mL 需 30 ~ 40 min	呼吸机需具备驱动喷射雾化器的功能模块
持续雾化	影响潮气量、吸氧浓度	0.5 ~ 1.0 mL	5% ~ 10%	3 mL 需 10 ~ 15 min	需要外接驱动气源
振动网孔雾化器	无	0.1 mL	15% ~ 20%	3 mL 需 10 ~ 15 min	无特殊
压力定量吸入器+储雾罐	无	0 mL	15% ~ 20%	2 喷需 3 ~ 4 min	吸气时憋压

影响。IMV时,体外研究结果虽然提示加温加湿与干燥条件下相比可以使药液有效输送率降低50%左右^[7],但是最近研究结果显示,在使用HH时,将其关闭后,回路中气体温度迅速下降,气体绝对湿度在5 min左右下降至国际标准(30 mg H₂O/L)以下,而在关闭1 h后进行雾化治疗时,发现肺内药液沉积率并未增加^[8]。在HFNC时使用干燥气体进行雾化时,虽然肺内药液沉积率高于使用HH时^[9],但这种改善仅存在于气体流量 ≥ 30 L/min时。高流量的干燥低温气体会使患者无法耐受HFNC,并且可能会导致患者出现鼻出血等不良反应。因此,在雾化吸入时,无论何种呼吸支持条件下都无需关闭HH。

IMV或NIV时,在无HH的情况下,HME可能会作为替代HH的方法被使用。有研究报道,雾化吸入治疗时,气溶胶通过高效过滤型HME后在肺内的沉积率可降低至0.5%以下^[10]。所以,雾化时应将其从雾化装置和患者气道之间的通路中移除或绕过。

1.3 药液容量 共识不建议仅以提高雾化药液肺内沉积效率为目的而增加稀释液容量。JN在IMV和NIV中使用时,药液容量可以影响其雾化药物的输送效率。例如,NIV时,JN的药液容量从1 mL增加至2 mL时肺内药液沉积率增加,当药液容量从2 mL增加至4 mL时,肺内药物沉积率虽略有增加,但雾化时间却显著延长^[11]。而VMN的药液残留量低,在IMV和NIV时,其药液肺内沉积率并不受药液容量的影响^[11-12]。所以,药液容量在2 mL以上时,不必刻意增加稀释液容量来改善雾化输送效率。

2 IMV时的优化设置

2.1 雾化装置安放位置 如果在IMV时使用VMN或JN,共识推荐应将其放置在呼吸机回路吸气支靠近呼吸机处。靠近呼吸机处的具体位置可根据实际配件条件选择安放于呼吸机出口、加湿器的入口或出口处。需要注意的是,VMN的最佳安放位置可能受呼吸机基础流量的影响,当存在基础流量时,在靠近呼吸机的位置处,VMN的肺内药液沉积效率更佳。结合近期研究结果显示,无基础流量时VMN在吸气支Y型管前15 cm处肺内药液沉积效率最佳^[13-14]。对于连续性JN,无基础流量时,其靠近呼吸机的位置处雾化效果最佳^[13],而在有基础流量的情况下,靠近呼吸机位置处与吸气支Y型管前15 cm处的效果相似^[15]。此外,将雾化装置放置于

靠近呼吸机附近处,可有效避免患者的分泌物污染雾化装置。

2.2 pMDI+储雾罐的使用 IMV时,共识推荐了优化设置和操作细节。包括:pMDI应该联合储雾罐使用,储雾罐的容积不小于150 mL,安放于呼吸机回路吸气支Y型管前,吸气开始时同步摁压pMDI,两次摁压间隔时间至少15 s。pMDI的错误操作会显著降低肺内药液沉积效率^[16],因此,应严格按照规范进行正确操作。

2.3 IMV模式参数设置 呼吸机模式及参数调整对气溶胶肺部沉积率的影响,研究结论并不一致。如关于容量控制模式和压力支持模式下比较的研究中,有pMDI+储雾罐时两种模式无显著差异的结论^[17],也有容量控制模式下使用VMN时药液雾化输送效果更优的发现^[18]。研究关注的呼吸机参数包括:潮气量、通气量、流量波形、流量高低、吸气时间、吸气屏气、呼气末正压等参数。但是以提高肺内药液沉积率为目的来设置优化参数往往并不符合呼吸生理需求,如高潮气量、流量波形为方波、低吸气流量等设置会引起患者不适和人机不协调,所以共识并不建议以提高雾化输送效率为目的而去改变呼吸机的模式和参数设置。

2.4 其他因素 对于IMV雾化在临床实践中的其他影响因素,共识也有所涉及,如人工气道的更换和氦氧混合气的使用,但共识专家组均不推荐。另外,为减少雾化气溶胶向外界的逸散,降低对床单元周围环境的污染,保护呼吸机呼气端流量传感器,共识建议在实施雾化治疗时应在呼吸机管路呼气端安装气溶胶过滤器,并监测过滤器阻力对呼气的影响以进行定期更换。

3 NIV时的优化设置

3.1 NIV联合雾化治疗的有效性 联合NIV和雾化器使用与单独使用雾化器进行雾化吸入治疗时的雾化输送效率相似,甚至更高。共识建议在NIV过程中进行雾化吸入治疗时不必中断NIV支持。

3.2 雾化装置安放位置 在使用单回路NIV时,共识建议将雾化装置(包括小容量雾化器及pMDI+储雾罐)安放于呼气阀和面罩之间,因为这可以在吸气相时避免气溶胶通过呼气阀逸散,从而提高肺部气溶胶的沉积率^[19-21]。体外研究发现,在双回路NIV期间,VMN在呼吸回路吸气支Y型管前15 cm

处雾化药液输送效率最高^[22]。

3.3 NIV模式参数设置 虽然有研究结果显示,增加NIV支持压力可以通过增加潮气量而增加气溶胶吸入剂量^[23]。但是共识认为在临床中NIV的设置应该根据患者疾病需求进行调整,不推荐以提高雾化药液在肺部的沉积效率为目的而更改呼吸机的设置。

3.4 其他因素 无创呼吸机的配件类型较多,如面罩可分为通气面罩和非通气面罩。通气面罩即面罩上设计了呼气口,无需外加呼气阀;非通气面罩属于全密闭型,使用单回路管路时需要外接呼气阀或用于双回路NIV。研究结果显示,雾化治疗时,非通气面罩的雾化药液输送效率高^[24],因为通气面罩的呼气口可使更多气溶胶逸散到面罩外,导致气溶胶的吸入剂量减少。NIV呼吸回路可分为单回路和双回路,但回路类型对气溶胶在肺内的沉积效率影响并不显著^[22]。

4 HFNC时的优化设置

4.1 HFNC联合雾化治疗的有效性 HFNC联合雾化吸入治疗可以有效改善患者症状^[25],并且改善程度与单独使用传统雾化吸入治疗时(经面罩或口含嘴雾化吸入)效果相当^[26]。共识建议HFNC时,可联合雾化装置同时进行雾化吸入治疗,但是需要优化设置,如装置安放位置的选择、HFNC流量参数的调整。另外,不应在HFNC同时直接使用雾化面罩或口含嘴进行吸入治疗。

4.2 雾化装置安放位置 当使用VMN或JN时,应将其放置在加湿器出口或入口处,这样肺部气溶胶

沉积效率更高^[27]。而在使用pMDI+储雾罐时,则于靠近鼻塞导管处气溶胶输送效果更佳。

4.3 流量设置 当HFNC气体设置流量低于患者的吸气流量时,雾化治疗在肺内气溶胶沉积率将明显增高^[28]。设置HFNC流量在患者吸气峰流量的一半时效果最优,但在临床实际工作中要准确获取患者吸气峰流量并不容易操作。笔者建议可根据经验进行设置,如慢阻肺患者可将HFNC流量设置在15~20 L/min,而低氧性呼吸衰竭患者可设置HFNC流量在20~25 L/min左右。

5 未来研究方向

为提供更强有力的证据,指导临床实践,提升雾化吸入治疗在危重患者中的应用效果,共识提供了未来研究方向的指引,如需要更多以短期和长期临床结局为主要指标的临床研究,对成本效益进行评估的研究,以及对新技术的转化研究等,见表2。

在呼吸系统疾病的治疗中,雾化吸入具有重要的临床价值。然而,在危重症成人患者中,如何在复杂的医疗环境下实现雾化吸入的最优化实施,仍需进一步的研究和讨论。当前共识中,大多数证据来自于体外研究,临床证据,尤其是关于患者结局的证据仍然缺乏。此外,一些证据在临床实际中的可操作性需要进行综合评价和考量。因此,共识撰写组仔细审查了现有证据,并深入讨论了临床益处与潜在风险,最终谨慎地达成了共识。尽管存在一些挑战和局限性,该共识仍能为临床工作人员提供一个可靠的参考意见框架,以优化雾化吸入疗法在危重症患者中的应用。

表2 不同呼吸支持下雾化吸入治疗的未来研究探索方向^[4]

IMV	NIV	HFNC
共性方向		
•需要进行短期和长期临床结局的研究:		
(1)短期结局的评估指标取决于气溶胶药物的药效特点。例如,支气管扩张剂的支气管扩张效果;肺动脉扩张剂对肺动脉阻力和氧合的影响。如果气溶胶药液起效慢且缺乏短期疗效指标,如吸入类固醇或抗生素,则需要评估支气管肺泡灌洗液或全身系统水平,例如尿液或血液中的药物浓度。应该注意,干预前应该有足够的间隔时间进行药物洗脱		
(2)长期结局包括呼吸支持的持续时间、呼吸支持升级的需求、机械通气时间、ICU住院时间等		
•需要评估成本效益研究,例如雾化装置、气溶胶药液、呼吸支持设备的成本,以及床旁医务人员的时间成本		
•需要进行新技术的转化研究,重点关注在实验室研究中能显著改善气溶胶输送的新技术,例如吸气同步网孔雾化器、呼吸支持设备联合使用软雾吸入器等		
特有方向	特有方向	特有方向
• 湿化对雾化吸入的临床效果的影响	• 通过双回路NIV进行雾化吸入	• HFNC联合雾化吸入治疗时调整气
• 抗生素雾化吸入治疗呼吸机相关性肺炎的效果	治疗的相关研究	流量的临床获益

参考文献

- [1] Sun Q, Chang W, Liu X, et al. Aerosol therapy during mechanical ventilation in intensive care units: A questionnaire-based survey of 2203 ICU medical staff in China [J]. *J Intensive Med*, 2022, 2(3): 189-194.
- [2] Lyu S, Li J, Yang L, et al. The utilization of aerosol therapy in mechanical ventilation patients: a prospective multicenter observational cohort study and a review of the current evidence [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(17): 1071.
- [3] Li J, Tu M, Yang L, et al. Worldwide Clinical Practice of High-Flow Nasal Cannula and Concomitant Aerosol Therapy in the Adult ICU Setting [J]. *Respir Care*, 2021, 66(9): 1416-1424.
- [4] Li J, Liu K, Lyu S, et al. Aerosol therapy in adult critically ill patients: a consensus statement regarding aerosol administration strategies during various modes of respiratory support [J]. *Ann Intensive Care*, 2023, 13(1): 63.
- [5] Ehrmann S, Lyazidi A, Louis B, et al. Ventilator-integrated jet nebulization systems: tidal volume control and efficiency of synchronization [J]. *Respir Care*, 2014, 59(10): 1508-1516.
- [6] Wan GH, Lin HL, Fink JB, et al. In vitro evaluation of aerosol delivery by different nebulization modes in pediatric and adult mechanical ventilators [J]. *Respir Care*, 2014, 59(10): 1494-1500.
- [7] Ari A, Harwood R, Sheard M, et al. Quantifying aerosol delivery in simulated spontaneously breathing patients with tracheostomy using different humidification systems with or without exhaled humidity [J]. *Respir Care*, 2016, 61(5): 600-606.
- [8] Jacquier S, Lin HL, Li J, et al. Effect of interrupting heated humidification on nebulized drug delivery efficiency, temperature, and absolute humidity during mechanical ventilation: A multi-lab in vitro study [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2024, 37(3): 115-124.
- [9] Alcoforado L, Ari A, Barcelar JM, et al. Impact of gas flow and humidity on trans-nasal aerosol deposition via nasal cannula in adults: A randomized cross-over study [J]. *Pharmaceutics*, 2019, 11(7):320.
- [10] Ari A, Dang T, Al Enazi FH, et al. Effect of Heat Moisture Exchanger on Aerosol Drug Delivery and Airway Resistance in Simulated Ventilator-Dependent Adults Using Jet and Mesh Nebulizers [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2018, 31(1): 42-48.
- [11] Saeed H, Ali AMA, Elberry AA, et al. Modeling and optimization of nebulizers' performance in non-invasive ventilation using different fill volumes: Comparative study between vibrating mesh and jet nebulizers [J]. *Pulm Pharmacol Ther*, 2018, 50:62-71.
- [12] Kacmarek RM, Stoller JK, Heuer AJ. Egan's fundamental of respiratory care [M]. 11 ed. Amsterdam:Elsevier, 2016.
- [13] Ari A, Areabi H, Fink JB. Evaluation of aerosol generator devices at 3 locations in humidified and non-humidified circuits during adult mechanical ventilation [J]. *Respir Care*, 2010, 55(7): 837-844.
- [14] Montigaud Y, Georges Q, Leclerc L, et al. Impact of gas humidification and nebulizer position under invasive ventilation: preclinical comparative study of regional aerosol deposition [J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 11056.
- [15] Ari A, Atalay OT, Harwood R, et al. Influence of nebulizer type, position, and bias flow on aerosol drug delivery in simulated pediatric and adult lung models during mechanical ventilation [J]. *Respir Care*, 2010, 55(7): 845-851.
- [16] Naughton PJ, Joyce M, Mac Giolla Eain M, et al. Evaluation of aerosol drug delivery options during adult mechanical ventilation in the COVID-19 Era [J]. *Pharmaceutics*, 2021, 13(10):1574.
- [17] Malliotakis P, Mouloudi E, Prinianakis G, et al. Influence of respiratory efforts on b2-agonist induced bronchodilation in mechanically ventilated COPD patients: a prospective clinical study [J]. *Respir Med*, 2007, 101(2): 300-307.
- [18] Dugernier J, Reyhler G, Wittebole X, et al. Aerosol delivery with two ventilation modes during mechanical ventilation: a randomized study [J]. *Ann Intensive Care*, 2016, 6(1): 73.
- [19] Michotte JB, Jossen E, Roeseler J, et al. In vitro comparison of five nebulizers during noninvasive ventilation: analysis of inhaled and lost doses [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2014, 27(6): 430-440.
- [20] Nava S, Karakurt S, Rampulla C, et al. Salbutamol delivery during non-invasive mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized, controlled study [J]. *Intensive Care Med*, 2001, 27(10): 1627-1635.
- [21] 代冰, 苏佳, 彭云, 等. 喷射雾化吸入治疗模拟慢性阻塞性肺疾病对无创呼吸机无创正压通气影响研究 [J]. *中国实用内科杂志*, 2017, 37(11): 999-1003.
- [22] Tan W, Dai B, Xu DY, et al. In-vitro comparison of single limb and dual limb circuit for aerosol delivery via noninvasive ventilation [J]. *Respir Care*, 2022, 67(7): 807-813.
- [23] Tan W, Dai B, Lu CL, et al. The Effect of different interfaces on the aerosol delivery with vibrating mesh nebulizer during noninvasive positive pressure ventilation [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2021, 34(6): 366-373.
- [24] Branconnier MP, Hess DR. Albuterol delivery during noninvasive ventilation [J]. *Respir Care*, 2005, 50(12): 1649-1653.
- [25] Beuvon C, Coudroy R, Bardin J, et al. Beta agonist delivery by high-flow nasal cannula during COPD exacerbation [J]. *Respir Care*, 2022, 67(1): 9-15.

(下转第 751 页)

过高(64.7%,22/34)、没有覆盖基层医院和更多的居家患者,以及在调查当日两组患者因为入住ICU的时间不一导致不同病程阶段存在检查和治疗的差异等情况,中国内地真实的CCI患者状况可能更为严重,期待大规模的流行病学调查研究。

利益冲突声明: 本文所有参与单位及作者均无利益冲突。

参考文献

- [1] Kahn JM, Le T, Angus DC, et al. The epidemiology of chronic critical illness in the United States [J]. *Crit Care Med*, 2015, 43(2): 282-287.
- [2] Brenta G. The Association Between Obesity and the Thyroid: Is the "Chicken or the Egg" Conundrum Finally Solved? [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2021, 106(10): e4281-e4283.
- [3] Li Y, Teng D, Ba J, et al. Efficacy and Safety of Long-Term Universal Salt Iodization on Thyroid Disorders: Epidemiological Evidence from 31 Provinces of Mainland China [J]. *Thyroid*, 2020, 30(4): 568-579.
- [4] Zhai X, Zhang L, Chen L, et al. An Age-Specific Serum Thyrotropin Reference Range for the Diagnosis of Thyroid Diseases in Older Adults: A Cross-Sectional Survey in China [J]. *Thyroid*, 2018, 28(12): 1571-1579.
- [5] 李杪, 钟清玲. 亚临床甲状腺功能减退与认知障碍相关性的研究进展 [J]. *中华老年医学杂志*, 2022, 41(3): 346-350.
- [6] 薛丽萍, 章秋. 合并2型糖尿病的甲状腺疾病的管理 [J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(2): 116-119.
- [7] Palacios-Ceña D, Hernández-Barrera V, López-De-andrés A, et al. Time trends in incidence and outcomes of hospitalizations for aspiration pneumonia among elderly people in Spain (2003-2013) [J]. *Eur J Int Med*, 2017, 38: 61-67.
- [8] Girard V, Bai AD. Aspiration pneumonia [J]. *CMAJ*, 2023, 195(41): E1417.
- [9] Cabre M, Serra-Prat M, Force L, et al. Oropharyngeal dysphagia is a risk factor for readmission for pneumonia in the very elderly persons: Observational prospective study [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2013, 69A(3): 330-337.
- [10] 王洪冰, 李佩珍. 老年人吸人性肺炎的诊治难点和对策 [J]. *中华老年医学杂志*, 2006, 25(5): 325-327.
- [11] Mandell LA, Longo DL, Niederman MS. Aspiration Pneumonia [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(7): 651-663.
- [12] Mukhopadhyay S, Katzenstein AL. Pulmonary disease due to aspiration of food and other particulate matter: a clinicopathologic study of 59 cases diagnosed on biopsy or resection specimens [J]. *Am J Surg Pathol*, 2007, 31(5): 752-759.
- [13] Haque S, Ahmed A, Islam N, et al. High prevalence of multidrug-resistant bacteria in the trachea of intensive care units admitted patients: evidence from a Bangladeshi Hospital [J]. *Antibiotics (Basel)*, 2024, 13(1): 62.
- [14] 朱利平, 管向东, 黄晓军, 等. 中国成人念珠菌病诊断与治疗专家共识 [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2020, 12(1): 35-50.
- [15] Napolitano LM. Intra-abdominal Infections [J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2022, 43(1): 10-27.
- [16] 杜春红, 刘国生, 杜伟程, 等. 重症监护室老年腹腔感染的临床特点和死亡危险因素分析 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2023, 26(9): 869-873.
- [17] 中华医学会外科学分会外科感染与重症医学学组, 中国医师协会外科医师分会肠瘘外科医师专业委员会. 中国腹腔感染诊治指南(2019版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(1): 1-16.
- [18] Li F, Song M, Xu L, et al. Risk factors for catheter-associated urinary tract infection among hospitalized patients: A systematic review and meta-analysis of observational studies [J]. *J Adv Nurs*, 2019, 75(3): 517-527.
- [19] Pitiriga V, Kanellopoulos P, Bakalis I, et al. Central venous catheter-related bloodstream infection and colonization: the impact of insertion site and distribution of multidrug-resistant pathogens [J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2020, 9(1): 189.
- [20] 赵媛媛, 杜立强, 彭丽, 等. 重症住院中心静脉置管患者并发多重耐药菌感染影响因素及其预测模型 [J]. *中华生物医学工程杂志*, 2023, 29(1): 98-101.
- [21] 中华医学会重症医学分会. 危重患者营养支持指导意见(2006) [J]. *中国实用外科杂志*, 2006, 24(10): 721-732.
- [22] 中华医学会重症医学分会. 中国成人ICU镇痛和镇静治疗指南 [J]. *中华重症医学电子杂志(网络版)*, 2018, 4(2): 90-113.
- [23] 王小亭, 刘大为, 于凯江, 等. 中国重症超声专家共识 [J]. *中华内科杂志*, 2016, 55(11): 900-912.
- [24] 陈良辉, 郑超敏, 洪晓琼, 等. 重症医学科内部跨领域团队对慢重症患者整体救治的新模式探讨 附1例AECOPD患者的临床资料分析 [J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(9): 976-979.
- [25] 解立新, 温若灏, 胡兴硕. 中国呼吸治疗发展: 需要你我共同努力 [J]. *国际呼吸杂志*, 2024, 44(1): 2-5.

2024-05-03收稿 2024-07-21修回

(上接第744页)

- [26] Reminiac F, Vecellio L, Bodet-Contentin L, et al. Nasal high-flow bronchodilator nebulization: a randomized cross-over study [J]. *Ann Intensive Care*, 2018, 8(1): 128.
- [27] Li J, Williams L, Fink JB. The impact of high-flow nasal cannula device, nebulizer type, and placement on trans-nasal aerosol drug delivery [J]. *Respir Care*, 2022, 67(1): 1-8.
- [28] Li J, Fink JB, MacLoughlin R, et al. A narrative review on trans-nasal pulmonary aerosol delivery [J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 506.

2024-07-30收稿