

·标准与规范·

成人重症患者人工气道湿化护理专家共识*

成人重症患者人工气道湿化护理专家共识组,广东省护理学会神经外科重症护理专业委员会

李向芝^{1a},胡丽君^{1a},王娅敏^{1a},成守珍^{1b}

(中山大学附属第一医院 1a重症医学科;1b护理部,广东广州,510080)

[摘要] **目的** 形成《成人重症患者人工气道湿化护理专家共识》(以下简称《共识》),完善人工气道湿化规范。**方法** 检索、评价和汇总成人重症患者人工气道湿化护理证据,提取相关的推荐意见,形成《共识》初稿,通过2轮专家咨询,根据专家建议进行分析、修改及完善,形成《共识》终稿。**结果** 最终形成的《共识》内容包括相关概念、温湿化目标范围、人工气道湿化管理流程、湿化方式、湿化液选择、湿化效果评价方法等6个方面。**结论** 该《共识》实用性较强,可为临床护理人员在人工气道湿化护理实践和质量的控制提供指导依据。

[关键词] 人工气道;气道湿化;成人重症患者;专家共识

[中图分类号] R47 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8283(2023)11-0001-10 **[DOI]** 10.3969/j.issn.1671-8283.2023.11.001

Expert consensus on artificial airway humidification care in adult critical patients

Li Xiangzhi^{1a}, Hu Lijun^{1a}, Wang Yamin^{1a}, Cheng Shouzhen^{1b}//Modern Clinical Nursing, -2023, 22(11): 1.

(1a Department of Critical Medicine; 1b Department of Nursing, the First Affiliated Hospital of Sun Yet-san University, Guangzhou, 510080, China)

[Abstract] **Objective** To develop an expert consensus on artificial airway humidification care in critical adult patients (refer as "Consensus" hereafter) for a standardised procedure of artificial airway humidification. **Methods** Reviews of domestic and international literatures relevant to artificial airway humidification care in critical adult patients were conducted. Clinical experiences of medical and nursing experts were taken into consideration. Two rounds of expert consultations were conducted to finalise the Consensus. **Results** Various aspects were studied including concepts, targeted range of temperature and humidification, methods of humidification, selection of humidification liquid and methods for evaluation of humidification effectiveness. The Consensus was applicable to the management of humidification of artificial airway in critical adult patients. **Conclusions** The Consensus exhibits a certain level of scientific rigor and practical applicability. It serves as a theoretical basis and practical guide to clinical nursing personnel in the management of artificial airway humidification.

[Key words] artificial airway; airway humidification; adult critical patient; expert consensus

急危重症患者为保持气道通畅、清除呼吸道分

泌物及进行机械通气等,常常会建立人工气道。人工气道的建立和高流量医用气体的使用,对机体正常的吸入气体调节过程产生影响,使下呼吸道失水、黏膜干燥、分泌物粘稠等,从而导致气道阻塞、气道黏膜损伤、肺不张、肺部感染等并发症^[1-4]。相关指南^[1-2,5-6]指出,留置人工气道患者应做好气道湿化管理,从而达到提高吸入气体的温湿度、湿润气道黏膜、维持纤毛正常运动、稀释痰液等目的。人工气道

[基金项目] *本课题为广东省护理学会护理科研指令性自选课题项目,项目编号为gdhlxueh2019zl001。

[收稿日期] 2023-02-08

[作者简介] 李向芝(1978-),女,副主任护师,硕士,硕士生导师,主要从事重症护理工作。

[通信作者] 成守珍,护理学科带头人,博士生导师, E-mail:szcheng05@126.com。

湿化管理作为保障呼吸道通畅的重要环节,其效果直接反映人工气道的护理质量。调查结果表明^[7-9],国内护理人员对人工气道湿化护理的认知水平需要提高,人工气道湿化护理临床实践尚缺乏统一科学的规范。为规范人工气道湿化护理实践标准,降低成人重症患者因人工气道湿化不当引起的呼吸道并发症,保障患者安全,本研究检索、评价和汇总成人重症患者人工气道湿化护理证据,召集国内相关领域的知名护理专家参与编写《成人重症患者人工气道湿化护理专家共识》(以下简称《共识》),旨在解决成人重症患者人工气道湿化护理实践过程中的难点,形成规范化人工气道湿化护理指导方案,为有效、安全实施人工气道湿化护理提供科学依据。

1 《共识》形成

1.1 成立《共识》编写组和专家组

成立以重症护理专家和重症一线临床护士等4名成员组成的《共识》编写组,其中主任护师、副主任护师、主管护理师、护理师各1名;硕士学位2名、硕士在读及本科各1名。编写组负责查阅国内外文献,确定《共识》主题及主要内容,起草《共识》初稿后先后组织两轮专家论证,整理、汇总专家意见后对咨询结果进行整理分析,根据专家咨询结果对《共识》内容进行进一步修订和调整,形成最终版的《共识》。专家纳入标准:专业领域为重症医学或呼吸专科的护理专家;专业工作年限 ≥ 10 年;本科及以上学历;副高及以上职称。所有专家均自愿参与本研究,最终共遴选出16名专家进入《共识》专家组。由专家组完成《共识》咨询、论证及最终审核工作。

1.2 编写《共识》初稿

《共识》撰写组成员计算机检索英文数据库PubMed, BMJ Best Practice, The Cochrane Library, Embase, Web of Science 及中文数据库中国知网、万方数据库、维普中文科技期刊数据库、中国生物医学文献数据库。检索时限从建库至2022年9月30日。中文检索词为“人工气道/气管插管/气管切开/机械通气/有创通气”“湿化/气道湿化/湿化治疗/湿化器/热湿交换器/人工鼻/雾化/治疗/管理”和“研究/调查/综述/共识/指南/证据总结/Meta分析/系统评价”。英文文检索词为“artificial airway/

endotracheal intubation/tracheal cannula/endotracheal airway/tracheal airway/intratracheal intubation/endotracheal tube/tracheal intubation/tracheostoma/tracheotomy/mechanical ventilation/invasive ventilation/invasive mechanical ventilation”“humidification/airway humidification/humidity therapy/heat and moisture exchanger/HME/artificial nose/atomization inhalation/therapy/management”和“study/survey/review/consensus/guideline/evidence summary/meta-analysis/systematic review”。初步检索获得文献10 349篇,合并去重、阅读文题、摘要及全文,并检索相关度较高文献后的参考文献,再次筛选获得文献428篇。纳入的文献由2名研究人员独立完成质量评价并交叉核对,出现不同意见由小组进行裁决,遵循纳入原则为循证证据优先,高质量证据优先,最新发表权威文献优先。最终纳入75篇文献,包括指南7篇^[1-2,5,27,57-58,68],标准2篇^[17,55],系统评价27篇^[3,15,18-24,26,29,36,51-52,54,59-60,63,69-70,72-74,78,81-82,84],对照试验研究22篇^[4,14,25,28,32-35,38-39,41-45,47-48,50,61,71,75,83],类实验研究2篇^[40,67],非实验性研究3篇^[7-9]和专家共识12篇^[6,11,13,30-31,46,56,62,64-66,80]。指南质量评价采用2017年更新的指南评价工具AGREE II (Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation II)^[85]进行评价;系统质量评价采用2017年发布的系统评价方法学质量评价工具AMSTAR2 (Assessment of Multiple Systematic Reviews)^[86]进行评价;随机对照试验、类实验研究、队列研究和专家共识质量评价采用澳大利亚JBI (Joanna Briggs Institute)循证卫生保健中心对应的评价标准^[87]进行评价。本《共识》撰写组成员在参考相关文献^[1-84]的基础上,结合临床实际工作,通过经验总结、分析形成《共识》初稿。

1.3 实施专家函询及专家论证

本研究共进行两轮专家函询,历时2个月。两轮专家咨询均采用电子邮件,分别发放16份问卷,均有效回收,回收有效率均为100.0%。专家采用Likert 5级评分法对《共识》各项内容的重要性进行评分,从“很不重要”至“非常重要”分别计1~5分。以重要性评分 ≥ 3.50 ,变异系数为 ≤ 0.25 的条目纳入标准^[88-89]。《共识》编写组成员对专家提出的修改建议进行多轮整理和咨询,对《共识》内容进行探讨和

进一步修正补充,形成《共识》最终版,内容包括相关概念、温湿化目标范围、人工气道湿化管理流程、湿化方式、湿化液选择、湿化效果评价方法等6个方面。

2 《共识》的内容

2.1 相关概念

2.1.1 重症患者 重症患者(critical patient)指因各种原因导致一个或多个器官与系统功能障碍,或潜在高危因素及安全隐患而入住重症监护室(intensive care unit,ICU)的患者^[10]。本《共识》适用于年龄 ≥ 18 岁的重症患者。

2.1.2 人工气道 人工气道(artificial airway)是指运用各种辅助设备及特殊技术在生理气道与空气或其他气源之间建立的有效连接,以保证气道通畅、维持有效通气,分为上人工气道和下人工气道^[1,10,12]。下人工气道包括气管插管(经口或经鼻)和气管切开置管等^[1,11]。随着医疗技术发展,人工气道现已作为抢救危重患者、解除呼吸道梗阻等的重要手段,在临床上被广泛应用^[1,13-16]。本《共识》重点对下人工气道的湿化护理展开讨论。

2.1.3 气道湿化相关概念 ①气道湿化(airway humidification)指采用各种装置,对患者吸入的气体进行调节,使气体能够接近或达到上呼吸道的生理作用,使气管和肺部能吸入含足够水分的气体,从而达到湿润气道黏膜、稀释痰液、保持黏液纤毛正常运动的方法^[16-17]。②绝对湿度(absolute humidity,AH)是指在单位体积气体中存在水蒸气的重量,单位为“mg/L”^[18-19]。③绝对饱和湿度(absolute humidity at saturation,AHS)是指在一定温度下,单位体积气体达到完全饱和和所需的水蒸气重量,单位为“mg/L”^[18-20]。④相对湿度(relative humidity,RH)表示气体绝对湿度与绝对饱和湿度的百分比,单位为“%”^[18-19]。

2.2 温湿化目标范围

生理状态下,吸入气体经过上呼吸道加温加湿,到肺泡前可达到 37°C 、绝对湿度 44mg/L 、相对湿度 100% ,此位置称为等温饱和界面(isothermic saturation boundary,ISB)^[19,21]。一般情况下,气体的绝对饱和湿度与温度呈正相关(在气体温度为 25°C 时,当气体相对湿度为 100% 时,绝对饱和湿度仅为 23mg/L),对气道湿化效果进行评价时绝对湿度更重

要,且应关注人工气道末端气体温度^[18-20]。研究^[24]表明,当气道绝对湿度低于 25mg/L 持续 1h 以上或低于 30mg/L 持续 24h 以上,可能会导致气道黏膜功能障碍。

2012年,美国呼吸治疗协会(American Association for Respiratory Care,AARC)^[2]建议,留置人工气道患者最低湿度水平需达到 33mg/L (若使用热湿交换器,其输送气体湿度水平应至少为 30mg/L),Y型接口处气体温度应 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ 且 $< 41^{\circ}\text{C}$;《机械通气临床应用指南(2006)》^[1]及《中国神经外科重症患者气道管理专家共识(2016)》^[11]均要求,Y型管处气体温度达到 37°C 、相对湿度为 100% 。对于湿化的最佳温度和湿度目前国内外没有统一的实践标准,本《共识》推荐成人重症患者人工气道Y型管处气体温度应 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ 且 $< 41^{\circ}\text{C}$ (37°C 为最佳)、湿度至少达到 33mg/L (44mg/L 为最佳;若使用热湿交换器,湿度应至少为 30mg/L)。

2.3 成人重症患者人工气道湿化管理流程

所有留置人工气道的患者都需要进行气道湿化和加温^[2,21,79]。人工气道湿化管理操作者要求^[2,21],①资质要求:必须是经过培训的执业护士、呼吸治疗师、医生等。②能力要求:能够根据患者人工气道、通气情况及病情为患者选择正确的湿化方式,能正确使用各种湿化装置并进行效果观察,能正确评估患者人工气道湿化情况、并发症并及时调整湿化方法。人工气道湿化管理流程主要包括评估、湿化方法和湿化液选择、湿化效果评价及并发症观察和处理等,详见图1。

2.4 湿化方式

对于重症监护室护士来说,了解各种温湿化装置的原理、适应证及局限性,从而为重症患者选择合适的人工气道湿化方式十分重要。目前临床上人工气道优先选择的湿化装置主要为加热加湿器和热湿交换器。由于气泡式氧气吸入湿化法、雾化吸入湿化法、气道滴注湿化法、湿纱布覆盖湿化法等其他湿化方式,湿化效能较低或相关并发症较多,故本《共识》不推荐留置人工气道的重症患者长期使用该类湿化方法。

2.4.1 理想气道湿化装置评价标准 理想气道湿化装置的评价标准^[37,74]:①在患者机械通气和自主呼

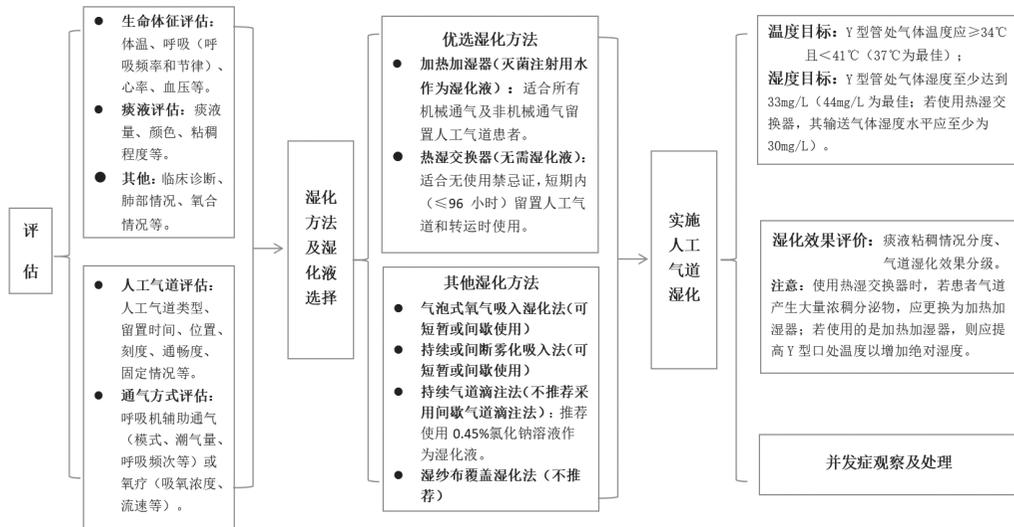


图1 人工气道湿化管理流程图

吸情况下,均可提供合适的温湿度;②维持机体正常的体温;③保障患者安全,减少对呼吸道的损害;④防止患者携带的病原体污染环境;⑤使用简单,避免连接错误(不需或仅有有限的连接);⑥无需维护;⑦价格便宜。

2.4.2 湿化方式的选择

2.4.2.1 加热加湿器

①加热加湿器的原理及分类: 加热加湿器(heated humidifiers, HH)属于主动湿化,连接在吸气管路上,一般由湿化罐、加热装置、电源线及温度传感器组成,可分为非伺服控制型湿化器(通过调节档位产生不同程度温湿化效果)和伺服控制型湿化器(湿化器自主调节并显示输送给人体气体的温度)两种。临床研究结果显示^[1-2, 18-19],伺服型湿化器湿化效果更好,推荐长期气道湿化患者首选。呼吸管路内含加热导线可提高湿化效果、减少冷凝水的生成^[18, 28],对于长期机械通气患者建议首选双加热导丝的呼吸管路。对于人工气道非机械通气患者,建议使用高流量温湿化氧疗仪进行主动加热湿化,该装置由流量发生器(包括空气-氧气混合器、涡轮机和文丘里3部分)、加热加湿器、加热单回路管路和人工气道专用的连接管组成,气体主要通过流量发生器将空气与氧气按预设氧浓度进行压缩混合,再通过加热加湿器加热加湿,经加热单回路管路输送^[29-31]。此类与氧疗仪联合的主动湿化装置,能使气流得到有效温湿化,其湿化效果与气体流速有关。②加热加湿器的适应证^[2, 18-19]: 加热加湿器

可对吸入气体进行湿化和加热,其湿化效能高、温湿度可控,使用范围广,适用于所有留置人工气道需要温湿化的重症患者。③加热加湿器的局限性^[2, 19, 32-33]: 需要使用电源及湿化液;需要更多的监控和技术来确保正确使用,有使患者气道暴露在过高温度下的风险;若湿化过度可导致刺激性咳嗽加剧;当环境与湿化管路温度梯度较大时,回路中易产生冷凝水;含有加热用金属,护理人员有被灼伤的风险。④加热加湿器更换时机^[27]: 湿化罐及湿化管路的更换时间应遵循产品说明书,若有污染或破损时应及时更换。

2.4.2.2 热湿交换器

(1)热湿交换器的原理及分类。热湿交换器(heat and moisture exchangers, HME),又称人工鼻,属于被动湿化,是模拟人体解剖湿化系统而制造的替代性装置,通过收集并利用人体呼出气中的热量和水分进行温湿化,当呼出气体通过时,呼出气内的热量、水分被其保留下来,当吸入气体通过时,热量及水分重新进入吸入气中,从而使气道得到一定程度的温湿化^[1-2, 19, 27],其有效性与患者潮气量、吸气时间、分钟通气量和体温等有关^[34]。HME分为疏水型HME、吸湿型HME和复合型HME 3类^[2, 28, 35-37]: ①疏水型HME是由低导热系数的防水材料组成,由于折叠产生较大的表面积,从而形成较高的温度梯度,有利于存储温度和湿度;对吸入气体中的病原微生物的过滤效果较好,价格便宜,但加湿效果较差,易导致气道阻塞,目前临床上较少用于气道

湿化;②吸湿型HME是在疏水型HME简单物理结构的基础上,向间隙中添加吸湿的化学物质(如氯化钙或氯化锂等)、涂层羊毛、泡沫或纸质等材料。它们在呼气时吸收水蒸气,在吸气时释放水蒸气,比疏水型HME具有更好的增湿性能,但此类HME不具有抗菌过滤作用;③复合型HME又称热湿交换过滤器,是将过滤器添加到疏水型或吸湿型HME中形成,这些过滤器基于静电或机械过滤运行(机械过滤器的纤维密度高,静电电荷少,而静电过滤器的静电电荷多,纤维密度低),具有气道湿化与气体过滤双重作用。与静电过滤器相比,机械过滤器能更好地阻挡细菌和病毒病原体,但带来的气流阻力更高^[38-39]。(2)热湿交换器的适应证:HME轻便、易携,但湿化效能较加热加湿器低,适合部分人工气道患者短期(≤ 96 h)和转运时使用^[2,20]。(3)热湿交换器的使用禁忌证^[2,18,20,28,40-41]:①分泌物粘稠且过多或为血性分泌物的患者;②潮气量小于所输送潮气量70%患者(如较大的支气管胸膜瘘);③潮气量较低的患者(如使用肺保护性通气策略的患者或幼儿患者);④难以脱机和呼吸储备有限的患者;⑤体温 $< 32^{\circ}\text{C}$ 的患者;⑥分钟通气量 $> 10\text{L}/\text{min}$ 的患者。(4)热湿交换器的使用注意事项^[2,19,32,38,42-46]:①与加热加湿器相比,HME湿化效能较低,应选择输送气体湿度水平至少为 $30\text{mg}/\text{L}$ 的HME;②HME存在死腔,会降

低肺泡通气量,对于小潮气量通气或患者本身存在二氧化碳潴留者,不建议使用;③当HME吸收了过多水分,或有痰液、血液粘附时,气道阻力明显增加,会降低湿化效果,并可能导致气道阻塞;④主动湿化和被动湿化不能同时使用,在采用主动加热湿化的呼吸机回路中如需使用过滤器,应选用疏水材质产品,不能使用热湿交换器;⑤使用热湿交换器过程中,若患者气道产生大量浓稠分泌物,此时极易造成管路阻塞,应更换为加热加湿器;⑥当HME位于雾化装置与患者之间时,雾化药物会沉积在HME中,影响药效。(5)热湿交换器的更换时机:关于HME的更换时间暂无统一标准,由于担心HME的性能会随着使用时间的延长而降低,大多数制造商建议每24h更换1次^[35-36],但是相关研究^[47-48]证实可以延长更换时间。研究^[47-48]表明,纯吸湿型HME及复合型HME每48h更换1次,不会影响其功效和医院相关性肺炎的发生;另外还有研究^[35]表明,对于非慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者,每周更换HME是安全、有效和经济的,COPD患者应每48h更换1次HME。本《共识》建议每48-96h或遵循产品说明书进行更换HME并关注湿化效果及患者安全;在HME出现破损、污染及气道阻力增加时,应及时更换^[27,35,46,48-49]。加热加湿器与热湿交换器各项情况比较见表1。

表1 加热加湿器与热湿交换器各项情况比较

湿化方式	类型	原理	优点	缺点/潜在风险	适应证	禁忌证	更换时机
加热加湿器(HH)	①不含加热导线 ②含吸气管路加热导线 ③含吸气和呼气双管路加热导线	应用加热型加湿器对吸入气体进行加温、加湿;属于主动湿化。	①使用范围广; ②如果使用正确,会增加气道阻力; ③有报警系统,保证患者安全; ④温化及湿化效能更高,可设置加热温度。	①需要电源及湿化液; ②需要更多的监控和技术,应加强培训; ③回路中可能产生较多冷凝水; ④若湿化过度可导致刺激性咳嗽; ⑤含有加热用的金属,有被灼伤的风险。	适用于所有留置人工气道成人重症患者。	无绝对禁忌证	湿化罐及湿化管路的更换时间应遵循产品说明书,若有污染或破损时应随时更换。
热湿交换器(HME)	①疏水型HME ②吸水型HME ③复合型HME	通过储存呼出气体中的热量和水分来对吸入气体进行加热;属于被动湿化。	①重量轻、操作方便,减少护理工作量; ②无需电源及液体,便携; ③有过滤功能,尚不能证明可降低呼吸相关性肺炎发生(复合型HME)。	①增加气道死腔; ②增加气道阻力; ③湿化效能较差,有气道堵塞风险; ④雾化治疗时,须取下; ⑤使用禁忌证较多。	适合部分短期(≤ 96 h)留置人工气道患者和转运时使用。	使用禁忌证较多,详见热湿交换器的禁忌证内容	①建议每48-96h或遵循产品说明书进行更换; ②出现破损或明显污染时应随时更换。

注:加热加湿器(heated humidifiers, HH);热湿交换器(heat and moisture exchangers, HME)。

2.4.2.3 其他湿化方式 (1) 气泡式氧气吸入湿化法。该方法的湿化效果主要取决于气泡湿化器的设计构造、水量和氧流量^[16, 18, 51]; 湿化器产生的水泡越小, 氧气与水接触的总面积越大, 湿化效果越好; 湿化器容器中水面越高, 氧气与水接触的总面积也越大; 当氧流量 $\leq 5\text{L}/\text{min}$ 时, 气体的绝对湿度在 $10\sim 20\text{mg}/\text{L}$, 相对湿度在 $30\%\sim 50\%$; 当氧流量 $> 5\text{L}/\text{min}$ 时, 由于气泡与湿化液接触时间缩短, 湿化效率随之下降^[16, 51-53]。气泡式氧气吸入湿化法无加热功能、且湿化效能较低, 故本《共识》不建议留置人工气道的重症患者长期使用该湿化方式。(2) 雾化吸入湿化法。雾化吸入是指用专用雾化装置将药物或水分散成液体或固体微粒即气溶胶形式, 使其悬浮于气体中, 吸气时随气流进入呼吸道及肺内, 使得药物直接作用于气道黏膜^[62]。根据雾化装置的特点及原理不同, 目前临床常用雾化器可分为射流雾化器、超声雾化器和振动筛孔雾化器3种^[62-63]。研究结果^[33, 80]表明, 雾化吸入法具有增湿作用, 但其湿化效果不稳定, 可能会导致加湿过度或不足, 它还可能产生大量泡沫分泌物, 导致咳嗽或呼吸短促, 降低血氧饱和度等; 另外, 雾化器喷出的气体由于减压和蒸发作用, 其温度明显降低, 起不到气道加温的作用。本《共识》建议雾化吸入湿化法仅用于医疗设施缺乏的基层医院或短时间内人工气道湿化, 以及通过间歇式雾化药物改变气道粘液的性质来改善气道清除率、预防气道堵塞及肺不张等^[15, 68]。(3) 气道滴注湿化法。气道滴注湿化法包括间断气道滴注湿化法及持续气道滴注湿化法。直接将湿化液滴入人工气道时可能会引起以下不适及并发症^[56-58]: ①湿化液在气道内分布不均、湿化不充分; ②增加气道刺激, 引起咳嗽、支气管痉挛、呼吸困难、氧合降低、心动过速、颅内压增高并发症; ③气管导管内壁细菌生物膜下移至下气道, 增加感染风险等。我国《临床护理实践指南(2011版)》^[57]及2022年美国呼吸治疗协会(American Association for Respiratory Care, AARC) 制定的《人工气道吸痰临床实践指南》^[58]均不建议常规及吸痰前使用间断气道滴注法进行湿化。持续气道滴注湿化法可保证湿化液能够稳定、充分、缓慢、持续滴注到气道内, 减少气道刺激, 降低医护人员工作量, 存在的问题包括a湿化液滴注法固定不牢固、

容易掉出气管外, 造成污染; b因湿化液往往沿气管的一侧壁滴入, 湿化液分布不均; c湿化的温湿度无法掌握; d湿化不全、湿化液难以到达深部支气管及肺组织, 痰液易结痂, 无法满足人工气道患者湿化需求^[15, 59-61]。因其存在问题较多, 本《共识》不推荐将气道滴注湿化法作为重症患者人工气道常规湿化方法。(4) 湿纱布覆盖湿化法。该方法是将2~4层无菌方纱用湿化液浸湿后直接覆盖在气管切开口, 随干随喷或持续在方纱上滴注湿化液。其优点是方便、便宜、材料易得, 但该方法存在问题^[81, 82]如下: ①纱布易干, 湿化效果较差, 需反复更换或直接纱布上滴注湿化液, 增加肺部感染机会; ②在患者咳嗽、翻身时易脱落, 需要频繁更换纱布, 加大了护理工作量; ③减少通气面积, 影响气流通过, 且有掉入气管切开套管内的风险。综上, 本《共识》不推荐重症患者将此方法作为人工气道湿化方法。

2.5 湿化液选择

常用的气道湿化液包括以下几种类型^[16-17, 21, 65, 84], ①灭菌注射用水: 可避免因加热导致的溶质析出, 是主动加热湿化的首选湿化液。②不同浓度的氯化钠注射液: 3% 氯化钠溶液、0.9% 氯化钠溶液、0.45% 氯化钠溶液等, 采用持续气道滴注湿化法或湿纱布覆盖湿化法时选用0.45% 氯化钠溶液, 患者舒适性更高、并发症更少。③碳酸氢钠注射液: 1.25% 的碳酸氢钠溶液用于湿化时, 使气道局部形成碱性环境, 碱性具有皂化功能, 可使痰痂软化, 痰液变稀薄, 以利于咳出, 但其用量大时可导致组织水肿、肌肉疼痛、抽搐、碱中毒而加重肺水肿, 不推荐作为人工气道常规湿化液。④雾化用药: 根据患者痰液粘稠度、病情等, 遵医嘱选用相应的化痰或治疗药物进行雾化湿化和治疗。

2.6 气道湿化效果评价方法

当人工气道湿化不足时, 会抑制纤毛摆动、使纤毛上皮和基底膜对气道黏液的转运能力下降, 导致气道分泌物粘稠和潴留, 出现肺部感染、肺不张、气道阻塞等严重并发症^[24, 69-72, 84]。湿化过度则会降低气道分泌物的粘稠度, 稀释表面活性剂, 导致肺部和细支气管中性粒细胞浸润, 引起分泌物过多、肺的顺应性下降、肺不张和肺部感染等^[23, 73, 84]。成人重症患者人工气道湿化管理过程中, 应动态评估湿化效

果,及时调整湿化方案。气道湿化效果评价方法主要有3种,具体内容如下。

2.6.1 直接观察冷凝水法 当使用HH时,观察湿化灌内壁冷凝水的量可间接判断气体是否达到较高的相对湿度。通过观察HH型Y管与气管插管之间或HME型回路管与气管插管之间的冷凝水情况来判断,可分为6级^[83]:干燥、潮湿、潮湿并有很少液滴、潮湿有液滴、潮湿较多液滴、有水流,后3种情况表示湿化尚可。如果呼吸管路中的气体与室温之间存在温度差,管壁就会产生冷凝水^[37]。有研究证实^[75],在相对较低的室温(22~24℃)下,湿化灌内壁的冷凝水与HH的湿化性能之间存在良好的相关性;相反,在相对较高的室温(28~30℃)下,湿化灌内壁的冷凝水与HH的湿化性能之间缺乏相关性。此评价方法主观性较强,临床评价过程中易出现偏差,存在一定的局限性。

2.6.2 痰液粘稠情况分度法 根据吸痰过程中痰液在吸痰管玻璃接头处的性状及在玻璃管内壁的附着情况作为痰液粘稠情况主要判别标准^[76],将痰液粘稠度分为3度:Ⅰ度(稀痰),痰如米汤或白色泡沫样,吸痰后,玻璃接头内壁上无痰液滞留;Ⅱ度(中度粘痰),痰的外观较Ⅰ度粘稠,吸痰后有少量痰液在玻璃接头内壁滞留,但易被水冲洗干净;Ⅲ度(重度粘痰),痰的外观明显粘稠,常呈黄色,吸痰管常因负压过大而塌陷,玻璃接头内壁上滞有大量痰液,且不易用水冲净。其中Ⅱ度痰液是湿化较理想的状态。此评价方法虽然仍存在一定的主观性,但相对较易掌握,目前临床应用较普遍。

2.6.3 气道湿化效果分级法 气道湿化效果分为湿化满意、湿化过度及湿化不足^[16,77],①湿化满意:患者痰液稀薄,可顺利吸引或咳出,导管内无痰栓,呼吸通畅,患者安静。②湿化过度:患者痰液过度稀薄,需要不断吸引,听诊气道内痰鸣音多,患者频繁呛咳、烦躁不安、人机对抗,可出现缺氧性发绀、血氧饱和度下降及心率、血压等改变。③湿化不足:患者痰液粘稠,不易吸引或咳出,听诊气道内有干啰音,导管内可形成痰痂,可出现突然性的呼气性呼吸困难、烦躁、发绀及血氧饱和度下降等。该方法结合患者的痰液情况及临床症状、体征等共同评价,本《共识》推荐将其作为重症患者人工气道湿化效果评

价方法。

3 小结

本《共识》的制定,有助于提高护理人员对成人重症患者人工气道湿化护理的认知水平,规范人工气道湿化护理实践标准,降低成人重症患者因人工气道湿化不当引起的呼吸道并发症,保障及促进患者安全。但是目前国内仍缺乏人工气道护理的高质量研究,希望护理人员能更加深入对人工气道湿化管理进行研究,促进学科发展。

利益冲突声明:本《共识》所有专家组及编写组成员均声明不存在利益冲突。

专家组成员(按姓氏汉语拼音顺序):陈丽芳(广东省人民医院),成守珍(中山大学附属第一医院),邓瑛瑛(南方医科大学南方医院),高明榕(中山大学附属第一医院),李丽(中南大学湘雅医院),李向芝(中山大学附属第一医院),李珍珍(东莞市人民医院),梁素娟(南方医科大学珠江医院),潘晗(中山市中医院),潘静(广州市第十二人民医院),泮燕红(浙江大学医学院附属第二医院),汪慧娟(复旦大学附属华山医院),王军(首都医科大学宣武医院),闫大为(深圳市第二人民医院),袁媛(首都医科大学附属天坛医院),赵安娜(广东三九脑科医院)

编写组成员(按姓氏汉语拼音顺序):成守珍、胡丽君、李向芝、王娅敏(中山大学附属第一医院)

参考文献:

- [1] 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.
- [2] RESTREPO R D, WALSH B K. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012 [J]. Respir Care, 2012, 57(5): 782-788.
- [3] CERPA F, CÁCERES D, ROMERO-DAPUETO C, et al. Humidification on Ventilated Patients: Heated Humidifications or Heat and Moisture Exchangers [J]. The open respiratory medicine journal, 2015, 9(1): 104-111.
- [4] 孙龙凤, 代冰, 王爱平. 不同气道湿化方法应用于气管切开患者的效果比较 [J]. 中华护理杂志, 2013, 48(1): 16-18.
- [5] DE LEYN P, BEDERT L, DELCROIX M, et al. Tracheotomy: clinical review and guidelines [J]. European journal of

- cardio-thoracic surgery, 2007, 32(3):412-421.
- [6] 武亮,郭琪,胡菱,等.中国呼吸重症康复治疗技术专家共识[J].中国老年保健医学,2018,16(5):3-11.
- [7] 宦海燕,李晶,张丹,等.ICU人工气道湿化护理现状的调查研究[J].护理实践与研究,2019,16(18):8-10.
- [8] 危艳萍.42所医院全喉切除术后病人早期气道湿化的现况调查[J].全科护理,2019,17(31):3955-3957.
- [9] 胡祥莹,俞蕾蕾,胡嘉乐,等.上海市三甲医院ICU人工气道湿化护理现状调查[J].国际护理学杂志,2017,36(2):174-177.
- [10] 李庆印,陈永强.重症专科护理[M].北京:人民卫生出版社,2021:2.
- [11] 中华医学会神经外科学分会,中国神经外科重症管理协作组.中国神经外科重症患者气道管理专家共识(2016)[J].中华医学杂志,2016,96(21):1639-1642.
- [12] 张波,桂莉.急危重症护理学[M].4版.北京:人民卫生出版社,2021:299.
- [13] 徐军,孙峰,王亚,等.急诊气道管理共识[J].中华急诊医学杂志,2016,25(6):705-708.
- [14] YANG M,SONG Y,PAN L,et al. Evaluation of the effect of two active warming and humidifying high-flow oxygen therapy systems in patients with tracheotomy[J]. Biomed Rep, 2019, 11(1):31-37.
- [15] 田梓蓉,任晓波,金晓婷,等.雾化吸入与气道滴注用于气管切开患者气道湿化效果的Meta分析[J].中华现代护理杂志,2021,27(22):3006-3011.
- [16] 蔡柏蔷,李龙芸.协和呼吸病学[M].2版.北京:中国协和医科大学出版社,2011:642-645.
- [17] 中华护理学会.T/CNAS 03-2019 2020中华护理学会9大标准-气管切开非机械通气患者气道护理[S].2019.
- [18] AL A H,MODRYKAMIEN A M. Humidification during mechanical ventilation in the adult patient[J]. Biomed Res Int, 2014: 715434.
- [19] PLOTNIKOW G A,ACCOCE M,NAVARRO E,et al. Humidification and heating of inhaled gas in patients with artificial airway. A narrative review[J]. Rev Bras TerIntensiva, 2018, 30(1):86-97.
- [20] RD B. Secretion management in the mechanically ventilated patient [J]. Respir Care, 2007, 52(10):1328-1347.
- [21] 胡祥莹.构建成人患者人工气道湿化临床循证实践方案[D].上海:上海交通大学,2016.
- [22] LUCATOJ J J,ADAMS A B,SOUZA R,et al. Evaluating humidity recovery efficiency of currently available heat and moisture exchangers: a respiratory system model study [J]. Clinics (São Paulo, Brazil), 2009, 64(6):585-590.
- [23] SOTTIAUX T M. Consequences of under-andover-humidification [J]. Respir care clin N Am, 2006, 12(2):233.
- [24] WILLIAMS R,RANKIN N,SMITH T,et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa [J]. Crit Care Med, 1996, 24(11):1920-1929.
- [25] DIAS N H,MARTINS R H,BRAZ J R,et al. Larynx and cervical trachea in humidification and heating of inhaled gases [J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2005, 114(5):411-415.
- [26] SELVARAJ N. Artificial humidification for the mechanically ventilated patient [J]. Nurs Stand, 2010, 25(8):41-46.
- [27] 中华医学会重症医学分会.呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南(2013)[J].中华内科杂志,2013,52(6):524-543.
- [28] BOOTS R J,GEORGE N,FAOAGALI J L,et al. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia[J]. Crit Care Med, 2006, 34(3):687-693.
- [29] NISHIMURA M. High-flow nasal cannula oxygen therapy devices [J]. Respir Care, 2019, 64(6):735-742.
- [30] 谈定玉,吕菁君,罗杰英,等.急诊成人经鼻高流量氧疗临床应用专家共识[J].中国急救医学,2021,41(9):739-749.
- [31] 中华医学会呼吸病学分会呼吸危重症医学学组,中国医师协会呼吸医师分会危重症医学工作委员会.成人经鼻高流量湿化氧疗临床规范应用专家共识[J].中华结核和呼吸杂志,2019,42(2):83-91.
- [32] RICARD J D,MARKOWICZ P,DJEDAINI K,et al. Bedside evaluation of efficient airway humidification during mechanical ventilation of the critically ill[J]. Chest, 1999, 115(6):1646-1652.
- [33] YIN X,YANG L,SUN H,et al. A comparative evaluation of three common airway humidification methods for patients with severe traumatic brain injury[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(6):4137.
- [34] ROUX N G,PLOTNIKOW G A,VILLALBA D S,et al. Evaluation of an active humidification system for inspired gas [J]. Clinical and Experimental Otorhinolaryngolog,2015,8(1):69-75.
- [35] RICARD J D,LE MIERE E,MARKOWICZ P,et al. Efficiency and safety of mechanical ventilation with a heat

- and moisture exchanger changed only once a week [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 161(1):104-109.
- [36] GILLIES D, TODD D A, FOSTER J P, et al. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 9: D4711.
- [37] ESQUINAS ANTONIO MATIAS. ICU气道湿化精要[M]. 詹庆元, 李刚, 译. 北京: 北京大学医学出版社, 2014: 33, 39-41, 135-140.
- [38] GIRAULT C, BRETON L, RICHARD J, et al. Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients[J]. *Crit Care Med*, 2003, 31(5):1306-1311.
- [39] ROUSTAN J P, KIENLEN J, AUBAS P, et al. Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation[J]. *Intensive Care Med*, 1992, 18(2):97-100.
- [40] ARI A, ALWADEAI K S, FINK J B. Effects of heat and moisture exchangers and exhaled humidity on aerosol deposition in a simulated ventilator-dependent adult lung model [J]. *Respir Care*, 2017, 62(5):538-543.
- [41] LELLOUCHE F, QADER S, TAILLE S, et al. Under-humidification and over-humidification during moderate induced hypothermia with usual devices[J]. *Intensive Care Med*, 2006, 32(7): 1014-1021.
- [42] LELLOUCHE F, TAILLE S, LEFRANCOIS F, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data[J]. *Chest*, 2009, 135(2): 276-286.
- [43] KIRTON O C, DEHAVEN B, MORGAN J, et al. A prospective, randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: rates of ventilator-associated early-onset (community-acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion[J]. *Chest*, 1997, 112(4):1055-1059.
- [44] HINKSON C R, BENSON M S, STEPHENS L M, et al. The effects of apparatus dead space on PaCO₂ in patients receiving lung-protective ventilation[J]. *Respir Care*, 2006, 51(10):1140-1144.
- [45] DOYLE A, MARIYASELVAM M, WIJEWARDENA G, et al. The simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours[J]. *J Crit Care*, 2015, 30(4):861-863.
- [46] 葛慧青, 代冰, 徐培峰, 等. 新型冠状病毒肺炎患者呼吸机使用感控管理专家共识[J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2020, 19(2):116-119.
- [47] BOYER A, THIÉRY G, LASRY S, et al. Long-term mechanical ventilation with hygroscopic heat and moisture exchangers used for 48 hours: A prospective clinical, hygrometric, and bacteriologic study[J]. *Crit Care Med*, 2003, 31(3):823-829.
- [48] MARKOWICZ P, RICARD J D, DREYFUSS D, et al. Safety, efficacy, and cost-effectiveness of mechanical ventilation with humidifying filters changed every 48 hours: a prospective, randomized study[J]. *Crit Care Med*, 2000, 28(3): 665-671.
- [49] DURBIN C G. Extended use of disposables: Economically sound or asking for trouble[J]. *Crit Care Med*, 1998, 26(3): 426-427.
- [50] Oh T E, LIN E S, BHATT S. Resistance of humidifiers, and inspiratory work imposed by a ventilator-humidifier circuit [J]. *Br J Anaesth*, 1991, 66(2):258-263.
- [51] 陈建荣, 蔡映云, 何川华. 气道湿化治疗的临床思维[J]. *中国急救医学*, 2005, 28(9):670-671.
- [52] 刘树元, 王立秋. 人工气道湿化治疗浅析[J]. *转化医学杂志*, 2013, 2(4):248-251.
- [53] 朱元珏, 陈文彬. 呼吸病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003:633..
- [54] 张莉. 氧气吸入湿化装置的研究进展[J]. *天津护理*, 2013, 21(6):550-551.
- [55] 中华护理学会. T/CN1S08-2019 成人氧气吸入疗法护理[S]. 2019.
- [56] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 成人气道分泌物的吸引专家共识(草案) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2014, 37(11):809-811.
- [57] 中华人民共和国卫生部. 临床护理实践指南(2011版) [M]. 北京: 人民军医出版社, 2011:44.
- [58] BLAKEMAN T C, SCOTT J B, YODER M A, et al. AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning[J]. *Respir Care*, 2022, 67(2):258-271.
- [59] 苏鑫阳, 许红梅, 王梅林, 等. 持续氧气雾化吸入与持续滴注湿化液人工气道湿化效果的Meta分析[J]. *解放军护理杂志*, 2015, 32(20):7-12.
- [60] 肖亭英, 肖静蓉, 于海燕, 等. 气管切开患者气道湿化管理的研究进展[J]. *现代临床医学*, 2021, 47(4):291-293.
- [61] JIANG M, SONG J, GUO X, et al. Airway humidification

- reduces the inflammatory response during mechanical Ventilation [J]. *Respir Care*, 2015, 60(12):1720-1728.
- [62] 中国医师协会急诊医师分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 北京急诊医学学会, 等. 雾化吸入疗法急诊临床应用专家共识(2018) [J]. *中国急救医学*, 2018, 38(7):565-574.
- [63] IBRAHIM M, VERMA R, GARCIA-CONTRERAS L. Inhalation drug delivery devices: technology update [J]. *Med Devices (Auckl)*, 2015, 8:131-139.
- [64] 冯玉麟. 成人慢性气道疾病雾化吸入治疗专家共识 [J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2012, 11(2):105-110.
- [65] 杜光, 赵杰, 卜书红, 等. 雾化吸入疗法合理用药专家共识(2019年版) [J]. *医药导报*, 2019, 38(2):135-146.
- [66] 王辰, 陈荣昌, 康健, 等. 雾化吸入疗法在呼吸疾病中的应用专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(34):2696-2708.
- [67] SHETH P, STEIN S W, MYRDAL P B. The influence of initial atomized droplet size on residual particle size from pressurized metered dose inhalers [J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2013, 455(1-2):57-65.
- [68] STRICKLAND S L, RUBIN B K, HAAS C F, et al. AARC clinical practice guideline: effectiveness of pharmacologic airway clearance therapies in hospitalized patients [J]. *Respir Care*, 2015, 60(7):1071-1077.
- [69] DIAZ E, RODRÍGUEZ A H, RELLO J. Ventilator-associated pneumonia: issues related to the artificial airway [J]. *Respir Care*, 2005, 50(7):900-906.
- [70] DEMERS B. Endotracheal tube occlusion associated with the use of heat and moisture exchangers in the intensive care unit [J]. *Crit Care Med*, 1989, 17(8):845-846.
- [71] SHAH C, KOLLEF M H. Endotracheal tube intraluminal volume loss among mechanically ventilated patients [J]. *Crit Care Med*, 2004, 32(1):120-125.
- [72] BRANSON R D. The effects of inadequate humidity [J]. *Respir care clin N Am*, 1998, 4(2):199.
- [73] WILLIAMS R B. The effects of excessive humidity [J]. *Respir care clin N Am*, 1998, 4(2):215.
- [74] SHELLY M P, LLOYD G M, PARK G R. A review of the mechanisms and methods of humidification of inspired gases [J]. *Intensive Care Med*, 1988, 14(1):1-9.
- [75] LELLOUCHE F, TAILLE S, MAGGIORE S M, et al. Influence of ambient and ventilator output temperatures on performance of heated-wire humidifiers [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004, 170(10):1073-1079.
- [76] 姜超美, 白淑玲, 王辰. 人工气道后痰液粘稠度的判别方法及临床意义 [J]. *中华护理杂志*, 1994, 2(7):434.
- [77] 徐丽华, 陈培芬. 重症护理学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008:98.
- [78] 马莎莎, 许红梅, 熊银环, 等. 气道湿化临床实践指南的质量评价 [J]. *护士进修杂志*, 2020, 35(14):1285-1289.
- [79] 尤黎明, 吴瑛. 内科护理学 [M], 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2022:13.
- [80] 中华医学会神经外科学分会, 中国神经外科管理协作组. 中国神经外科重症患者气道管理专家共识(2016) [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(21):1639-1642.
- [81] 项海青. 气管切开患者气道湿化方法新进展 [J]. *当代护士(下旬刊)*, 2019, 26(6):9-11.
- [82] 李敏, 潘玲, 李惠芳, 等. 重症医学科非机械通气患者气管切开人工气道湿化新进展 [J]. *当代护士(下旬刊)*, 2018, 25(3):16-19.
- [83] RICARD J D, MARKOWICZ P, DJEDAINI K, et al. Bedside evaluation of efficient airway humidification during mechanical ventilation of the critically ill [J]. *Chest*, 1999, 115(6):1646-52.
- [84] 滕娇, 秦寒枝, 郭文超, 等. ICU成人患者人工气道湿化管理的最佳证据总结 [J]. *中华危重症护理杂志*, 2022, 3(6):550-555.
- [85] AGREE NEXT STEPS CONSORTIUM. The AGREE II instrument [EB/OL]. (2017-12-15) [2022-9-18]. <https://www.agreetrust.org>.
- [86] 张方圆, 沈傲梅, 曾宪涛, 等. 系统评价方法学质量评价工具 AMSTAR 2 解读 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(1):14-18.
- [87] The Joanna Briggs Institute (JBI) [EB/OL]. (2017-07-15) [2022-3-13]. <http://joannabriggs.org/research/critical-appraisal-tools.html>.
- [88] 詹昱新, 李素云, 喻姣花, 等. 基于三维质量模型构建髋关节置换术患者预防深静脉血栓护理质量评价指标体系 [J]. *现代临床护理*, 2021, 20(5):1-9.
- [89] 吴为, 黄海燕, 李菠, 等. 呼吸机雾化吸入疗法护理实践专家共识 [J]. *现代临床护理*, 2022, 21(4):8-17.

[本文编辑: 郑志惠]