



· 指南与共识 ·

神经重症患者呼吸功能重建中国专家共识

■ 中国康复医学会重症康复专业委员会呼吸重症学组, 中国医师协会康复医师分会重症康复学组, 北京康复医学会重症康复专业委员会

基金项目

首都卫生发展科研专项
(首发2026-2-6041)
北京市石景山区重点专科
建设暨卫生健康促进项目
(京石卫健促2026-02)

通信作者单位

北京 100144
北京大学首钢医院 康复
医学科
通信作者
武亮
wuliang1972@sina.com

【摘要】 神经重症患者常伴有严重呼吸功能障碍, 显著影响其预后与生存率。由中国康复医学会重症康复专业委员会呼吸重症学组、中国医师协会康复医师分会重症康复学组、北京康复医学会重症康复专业委员会联合成立共识工作组, 基于临床实际问题, 采用推荐分级评估、制定与评价 (grading of recommendations assessment, development and evaluation; GRADE) 系统对证据质量 (高、中、低、极低4级) 及推荐强度 (强推荐、弱推荐) 进行评价, 并通过改良德尔菲法达成共识, 最终制定了《神经重症患者呼吸功能重建中国专家共识》。本共识系统阐述了神经重症患者呼吸功能障碍的病理生理机制、多模态评估方法、核心治疗技术及并发症处理策略, 旨在规范神经重症患者的呼吸功能重建流程, 推动多学科协作, 提升患者的生存质量与康复效果。

【关键词】 神经重症; 呼吸功能重建; 机械通气; 多学科协作; 共识

【中图分类号】 R74; R49

【DOI】 10.3969/j.issn.1673-5765.2026.05.013

Chinese Expert Consensus on Respiratory Function Reconstruction in Patients with Neurological Critical Illnesses

The Respiratory Critical Care Group of the Critical Care Rehabilitation Professional Committee of the Chinese Rehabilitation Medical Association, The Intensive Rehabilitation Group of the Rehabilitation Physicians' Branch of the Chinese Medical Doctor Association, Beijing Rehabilitation Medical Association-Critical Care Rehabilitation Professional Committee. Department of Rehabilitation Medicine, Peking University Shougang Hospital, Beijing 100144, China

Corresponding Author: WU Liang, E-mail: wuliang1972@sina.com



武亮 主任医师
教授
硕士研究生导师

【Abstract】 Patients with neurological critical illness often suffer from severe respiratory dysfunction, which significantly affects their prognosis and survival rates. The consensus working group was jointly established by the Respiratory Critical Care Group of the Critical Care Rehabilitation Professional Committee of the Chinese Rehabilitation Medical Association, the Intensive Rehabilitation Group of the Rehabilitation Physicians' Branch of the Chinese Medical Doctor Association, and Beijing Rehabilitation Medical Association-Critical Care Rehabilitation Professional Committee. Based on practical clinical problems, the working group used the grading of recommendations assessment, development and evaluation (GRADE) system to evaluate the quality of evidence (graded into four levels: high, moderate, low, and very low) and the strength of recommendations (strong recommendation and weak recommendation). A consensus was reached through the modified Delphi method, and finally, the *Chinese Expert Consensus on Respiratory Function Reconstruction in Patients with Neurological Critical Illnesses* was formulated. This consensus systematically elaborates on the pathophysiological mechanisms, multimodal assessment methods, core treatment technologies, and complication management strategies for respiratory dysfunction in patients with neurological critical illness, aiming to standardize the process of respiratory function reconstruction, promote multidisciplinary collaboration, and improve the quality of life and rehabilitation outcomes.

【Key Words】 Neurological critical illness; Respiratory function reconstruction; Mechanical ventilation; Multidisciplinary collaboration; Consensus

1 共识制订背景和流程

重症脑血管病、颅脑损伤、高位脊髓损伤等神经重症患者常并发严重的呼吸功能障碍，管理难度大。呼吸功能障碍不仅会增加患者的肺部感染风险，导致呼吸机依赖，更会严重影响其生存与远期预后^[1]。神经系统与呼吸系统之间存在复杂的病理生理交互^[2-3]，神经重症患者的呼吸管理需兼顾脑与肺保护，以及患者的个体特点，具有高度专业性与复杂性。

为规范神经重症患者呼吸功能重建的评估、治疗与康复流程，提升多学科协作水平，改善患者预后并合理控制医疗成本，中国康复医学会重症康复专业委员会呼吸重症学组、中国医师协会康复医师分会重症康复学组、北京康复医学会重症康复专业委员会联合组建了核心撰写团队，制定了本专家共识。本共识系统梳理了神经重症患者呼吸功能重建的病理机制、评估方法、治疗技术、并发症处理与康复管理的全过程，旨在为临床提供科学、实用、系统的指导。本共识适用于神经重症医学病房 (neuroscience intensive care unit, NICU)、重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 及康复科等相关场景。

1.1 共识发起与团队组建

中国康复医学会重症康复专业委员会呼吸重症学组、中国医师协会康复医师分会重症康复学组、北京康复医学会重症康复专业委员会牵头组建了共识工作组。工作组成员涵盖重症医学、呼吸治疗、康复医学、神经病学、神经外科学、神经介入、神经影像学等多个专业，确保从多维度识别临床实际问题。该团队下设共识撰写组、专家组和秘书组。

撰写组：由重症医学、呼吸治疗、康复医学、神经病学、神经外科学等领域的青年专家组成，主要负责梳理临床问题、进行文献检索、证据评估和共识初稿撰写。

专家组：由国内重症医学、呼吸治疗、康复医学、神经病学、神经外科学、神经介入、神经

影像学等领域的资深专家组成，主要负责审阅研究证据、参与多轮讨论，并对最终推荐意见进行投票和审定。

秘书组：由相关学科的研究助手组成，主要负责共识制订过程中的联络协调、文献辅助检索、文稿格式校对等工作。

1.2 需求评估与草案形成

针对梳理的临床问题，团队进一步评估了现有临床实践中存在的技术短板、证据缺口及医患需求差异。结合临床实际需求，确定了各个章节的核心内容，初步形成了共识的框架草案，并明确共识的适用场景为各级医院的NICU、ICU及康复科，目标人群为合并呼吸功能障碍的神经重症患者。本共识旨在为临床医师提供系统化的呼吸功能重建诊疗指导。

1.3 文献检索

依据PICO (patient: 人群; intervention: 干预; comparison: 对照; outcome: 结局) 原则 (目标人群: 神经重症合并呼吸功能障碍患者; 干预措施: 呼吸功能评估技术、机械通气、神经调控、康复训练等; 对照措施: 不同评估方法的效能对比、不同治疗方案的疗效差异等; 结局: 呼吸功能改善指标、撤机成功率、并发症发生率、生存率等)，制订系统性文献检索策略。检索的中文数据库包括中国知网、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库、中国生物医学文献数据库; 英文数据库包括PubMed、Ovid Medline、Ovid Embase、Cochrane Library。

1.4 证据评价

采用推荐分级评估、制定与评价 (grading of recommendations assessment, development and evaluation; GRADE) 系统对推荐强度及证据质量进行评价 (表1~表2)。推荐强度分为强推荐与弱推荐，证据质量分为高、中、低、极低4级^[4]。



表1 共识推荐强度

Table 1 Strength of consensus recommendations

推荐强度	说明
强推荐	≥75%的专家投票>4分, 且平均分>4分
弱推荐	≥50%但<75%的专家投票>4分, 且未达到强推荐标准
未达成共识	<50%的专家投票>4分

表2 共识证据质量

Table 2 Quality of consensus evidence

证据质量	定义
高	非常确信真实效应接近效应估计值
中	对效应估计值有中等程度信心, 真实效应有可能接近估计值
低	对效应估计值的信心有限
极低	对效应估计值几乎没有信心

推荐强度由专家组通过改良德尔非法确定。撰写组基于证据质量、利弊平衡、患者价值观与偏好、资源消耗等因素, 针对每个临床问题制订初步推荐意见, 并附上证据摘要。专家组采用Likert 5分量表进行匿名投票, 投票设置5个选项: ①强推荐(5分); ②弱推荐(4分); ③无明确推荐意见(3分); ④弱不推荐(2分); ⑤强不推荐(1分)。若第1轮投票未达成共识, 专家组进行线上讨论, 修改推荐意见表述后开展第2轮投票, 直至达成共识或确定无法形成推荐意见。专家组对每条达成共识的推荐意见进行最终审定, 形成本共识的正式推荐意见。

2 神经重症呼吸功能障碍的病理生理学基础

神经系统损伤后发生呼吸功能障碍的病理生理机制, 目前主要有“交感风暴”、继发性炎症反应、“双击”模型及脑-肺轴双向恶性循环等理论^[5]。

2.1 “交感风暴”

中枢神经系统遭受严重损伤后, 可瞬间触发爆发性、全身性交感神经过度兴奋状态, 即“交感风暴”^[6]。其机制为下丘脑、延髓等关键区域的心血管和呼吸中枢因颅内压 (intracranial pressure, ICP) 急剧升高发生缺血、缺氧, 导致其对低位交感神经中枢的抑制性调控作用下

降, 引发大量儿茶酚胺 (如去甲肾上腺素和肾上腺素) 急剧释放进入血液^[7]。儿茶酚胺水平急剧升高可产生两种严重的病理效应: 一是引起全身小动脉强烈收缩, 导致外周血管阻力与血压骤升, 显著增加左心室后负荷; 二是诱导肺血管内皮细胞损伤, 增加肺毛细血管通透性, 导致富含蛋白质的液体渗入肺间质和肺泡。以上两种病理机制共同作用, 最终导致神经源性肺水肿^[8]。

2.2 继发性炎症反应与“双击”模型

既往研究表明, 严重的脑部损伤会引发全身性炎症反应^[9]。“双击”模型解释了中枢损伤后呼吸系统经历的两次序贯性损伤过程, 以及两次“打击”之间的协同放大效应^[10]。第1次“打击”源自原发疾病, 可破坏肺泡-毛细血管屏障的完整性, 从而增加肺组织对后续炎症刺激的敏感性。第2次“打击”是继发于初次“打击”的低强度炎症刺激^[9]。在肺泡-毛细血管屏障受损的基础上, 第2次“打击”可诱发持久的炎症反应。这种序贯性损伤可严重影响患者的呼吸功能^[11]。

2.3 脑-肺轴双向恶性循环

近期研究发现, 肺和脑可通过血液循环建立脑-肺轴。炎症因子、代谢物及激素等血源性信号分子可通过脑-肺轴在肺与脑之间双向传递并相互影响。在神经重症疾病中, 脑与肺之间通过脑-肺轴形成重要的双向恶性循环^[12]。下丘脑或脑干受损后, 损伤信号下行 (脑→肺), 触发肾上腺素超敏反应, 导致肺血管通透性增加, 从而形成神经源性肺水肿^[7]。上行信号 (肺→脑) 主要通过低氧血症和高碳酸血症实现: 低氧血症引起脑细胞毒性水肿, 高碳酸血症诱发脑血管扩张, 两者共同过度激活N-甲基-D-天冬氨酸受体, 引发钙离子大量内流, 造成神经元细胞内钙超载, 进而导致细胞水肿、坏死及炎症反应, 并使ICP升高。同时, 钙超载可直接触发神经元凋亡与坏死通路, 造成兴奋性神经毒性损伤^[13]。

3 呼吸功能评估与监测

3.1 临床评估

3.1.1 神经重症患者意识障碍/病情/神经功能损伤程度评估 GCS是客观评估和记录急性脑损伤患者神经功能状态的标准化工具,其可通过评估3类与意识水平密切相关的神经功能(睁眼反应、语言反应和运动反应)状态来量化患者的意识障碍程度。GCS也是评估颅脑损伤严重程度和预测患者结局的重要工具之一^[14-15]。

专家建议1: GCS作为客观评估神经系统状态的工具,能很好地评估颅脑损伤严重程度及其预后。建议在神经重症患者入院、病情变化时及随访中常规使用GCS进行评估,同时结合神经影像学及电生理检测结果综合判断病情(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

3.1.2 呼吸频率和节律评估 呼吸频率是评估呼吸状态较敏感的指标之一,成人呼吸频率 >20 次/分提示存在呼吸失代偿风险,而 >30 次/分则表明呼吸衰竭风险显著增高。呼吸节律紊乱可表现为多种形式,包括潮式呼吸、共济失调呼吸、中枢性睡眠呼吸暂停、丛集式呼吸、长吸式呼吸、间停呼吸、低通气、呼吸急促、呼吸过缓及不同呼吸模式间的突然转换等^[16]。另外,二氧化碳依赖性呼吸驱动受损会导致获得性中枢性低通气综合征,而呼吸节律紊乱和二氧化碳依赖性呼吸驱动可能相互作用,表现为由二氧化碳敏感性呼吸暂停阈值改变所触发的特定呼吸节律^[17]。常见的异常呼吸模式见表3。

专家建议2: 呼吸频率和节律能反映神经重症患者的呼吸状态,应对其进行持续监测,尤其在镇静和镇痛治疗及呼吸机参数调整后。临床可结合血气分析及临床表现综合评估患者呼吸状态(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

3.1.3 气道通畅度与分泌物评估 通过听诊可初步判断患者的气道状况,如喘鸣音提示上气道梗阻,湿啰音提示分泌物潴留等。分泌物评估包括痰液黏稠度、颜色和量的变化,以及必要时的实验室检查。当听诊或临床征象提示气道分泌物异常时,可通过吸痰术获取下气道分泌物标本,观察其性状并送检,以明确病原学或炎症性质。对于气道深部或不明原因的分泌物异常,可进行支气管镜检查,在直视下评估气道黏膜及分泌物分布,并采集更精确的分泌物标本,从而实现精准的分泌物评估。对于机械通气患者,需重视呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)的预防,常规实施声门下分泌物引流及气囊压力监测,以降低VAP风险。此外,分泌物评估可与胸部X线或肺部超声等影像学检查相结合,综合评估患者的肺部感染情况。

专家建议3: 听诊能较好地评估神经重症患者气道是否通畅。建议定期进行气道通畅度与分泌物评估。尤其对机械通气患者,应实施声门下分泌物引流及气囊压力监测。分泌物评估可与胸部X线或肺部超声等影像学检查相结合,综合评估患者肺部的感染情况(推荐强度:强推荐;证据质量:中)。

表3 常见异常呼吸模式
Table 3 Common abnormal respiratory patterns

异常呼吸模式	特点	病因
潮式呼吸	呼吸逐渐加深加快达到峰值,随后逐渐变浅变慢,之后出现一段呼吸暂停,呈周期性发作	双侧大脑半球或间脑损伤
共济失调呼吸	呼吸完全无规律,节律、深度和频率紊乱,并可出现呼吸暂停	脑干(延髓)损伤
中枢性睡眠呼吸暂停	睡眠中反复出现呼吸减弱或暂停,其间没有胸腹呼吸运动	脑干损伤
长吸式呼吸	吸气相显著延长,之后有短暂的呼气暂停,呈抽泣样或吸气后停顿	脑桥中下部损伤,常见于脑桥梗死、严重脑外伤
间停呼吸	数次规律呼吸后,突然出现呼吸暂停,呈周期性发作,呼吸的深度和节律大致均匀	颅内压增高、脑膜炎、脑干损伤
丛集式呼吸	呼吸成簇发作,每簇由数次不规则呼吸构成,簇间可见较长时间的呼吸暂停	脑桥下部或延髓上部损伤



3.1.4 呼吸功能主观量表评估 呼吸功能主观量表评估可量化神经重症患者对疾病的主观感受,为疾病诊断、治疗方案制订及疗效评估提供重要参考。例如,呼吸困难量表通过慢性呼吸系统疾病患者对日常活动中呼吸困难感受的主观描述,评估其呼吸困难严重程度(表4)^[18]。此外,视觉模拟评分法通过线性标尺可量化患者某一症状或感受的主观严重程度,如呼吸困难、胸闷、疼痛等^[19]。

表4 呼吸困难量表
Table 4 Dyspnea scale

等级	严重程度	描述
0级	无	仅在剧烈活动时感到呼吸困难
1级	轻度	在平地快步行走或步行上小坡时出现气短
2级	中度	由于气短,在平地上行走较同龄人慢,或需要停下来休息
3级	重度	在平地上行走约100 m或几分钟后就需停下来喘气
4级	极严重	因严重呼吸困难而不能外出,或在穿脱衣服时即出现气短

专家建议4:呼吸功能主观量表可评估神经重症患者的呼吸功能,适用于意识清楚、能配合表达的患者,应在治疗前后重复评估以动态反映症状变化(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

3.2 影像学评估

3.2.1 胸部影像学评估 胸部X线和CT检查均可评估肺不张、肺实变、胸腔积液及膈肌抬高情况。高分辨率CT可进行气道和肺结构的测量,并能通过吸气和呼气图像之间的差异测量小气道功能情况,为肺部病变的诊断和评估提供影像学依据^[20]。

专家建议5:肺部影像学检查可为肺部及气道疾病提供客观依据,但CT检查需平衡诊断价值与辐射暴露风险,不作为常规检测手段,建议在病情需要时选择低剂量CT检查(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

3.2.2 膈肌超声评估 膈肌超声成像可对神经重症患者的膈肌活动度及膈肌厚度和增厚分数进行无创、无辐射、准确、可重复和安全的评估,可用于早期识别呼吸肌无力^[21]。

专家建议6:膈肌超声评估可用于早期识别膈肌功能障碍,尤其适用于撤机困难或机制不明的呼吸衰竭患者,可在ICU及康复科常规开展(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

3.3 神经电生理评估

3.3.1 膈神经传导 膈神经传导是指在颈部两侧膈神经体表投影位置,采用电刺激或磁刺激兴奋膈神经,并记录复合肌肉动作电位的波幅、潜伏期和跨膈压,以反映皮质-膈肌中枢传导通路的完整性^[22]。

专家建议7:膈神经传导可反映神经传导通路的完整性,适用于怀疑膈神经损伤或中枢传导通路障碍的神经重症患者。但其操作较复杂,需专业神经电生理医师执行(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

3.3.2 膈肌肌电图 膈肌肌电图(diaphragmatic electromyogram, dEMG)通过电极捕捉膈肌肌纤维的动作电位,经过放大、滤波和信号处理,将其转化为可分析的波形或数值。dEMG信号的振幅可用于评估膈肌收缩的强度,而频率特征则反映肌肉的疲劳程度,两者可共同评估患者的膈肌功能状态^[23]。

专家建议8:dEMG可评估神经重症患者的膈肌功能状态,建议与膈神经传导联合使用,以提高诊断的全面性;dEMG操作要求高,独立评价存在较多干扰因素,需注意操作规范以避免干扰信号(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

3.4 呼吸力学与通气功能监测

3.4.1 咳嗽峰值流量 咳嗽峰值流量(peak cough flow, PCF)是指在咳嗽呼气过程中产生的最大气流速度,是评价咳嗽功能的客观指标之一。该检查可评估气道的廓清能力,进而预测患者发生吸入性肺炎的风险^[24]。

专家建议9:PCF可评估气道廓清能力,进而预测吸入性肺炎发生风险。建议在神经重症患者中常规监测PCF,并将其作为撤机及气道管理决策的重要依据(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

3.4.2 肺功能仪监测 肺功能仪可在床旁监测神经重症患者的潮气量、每分通气量、最大吸气压和最大呼气压等肺功能指标,有助于评估呼吸肌力量和通气储备,为撤机评估提供重要参考^[25]。肺功能仪监测指标详见表5。

专家建议10: 肺功能仪监测能为神经重症患者撤机提供重要参考,尤其适用于长期机械通气患者。应对此类患者定期进行肺功能监测,并在治疗前后对比肺功能相关指标的变化(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

3.4.3 呼吸机波形分析 呼吸机波形分析是重症监护和呼吸治疗的核心技能,其通过3条相互关联的随时间变化的波形(压力-时间波形、流速-时间波形和容积-时间波形),直观地反映人机同步性和呼吸驱动强度^[26]。

专家建议11: 呼吸机波形分析可直观地评估人机同步性和呼吸驱动强度,但对操作者技术要求高,建议临床团队接受系统培训,每日回顾呼吸机波形并及时调整参数(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 中)。

3.4.4 血气分析 血气分析可动态监测神经重症患者的氧合与通气功能,评估呼吸系统功能和代谢状态,可用于指导氧气治疗方案,以及判断疾病严重程度和预后^[27]。

专家建议12: 血气分析可评估神经重症患者的病情及指导诊疗,建议在病情变化、呼吸机参数调整前后及定期随访中进行专项检查,并结合临床及其他监测指标综合解读血气分析结果(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

3.5 综合预后预测指标

3.5.1 膈肌超声预测价值 膈肌超声可用于预测神经重症患者的拔管结局。膈肌增厚分

数 $\geq 29\%$ 和膈肌活动度 >1 cm的神经重症患者拔管成功率较高,但拔管成功与否的预测也受其他因素的影响,如患者的营养状况、呼吸与循环功能的完整性,以及心理状态等^[28]。

专家建议13: 膈肌超声可协助评估神经重症患者拔管可行性,推荐将其作为撤机评估的常规工具,并结合临床与生理指标综合评估,以提高对拔管成功率预测的准确性(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

3.5.2 咳嗽峰值流量 PCF是客观评估咳嗽效能与气道廓清能力的核心指标。有研究显示,神经重症患者的PCF水平与误吸风险呈负相关,PCF越高,误吸及继发性肺炎的发生率越低^[29]。

专家建议14: PCF可预测误吸及继发性肺炎发生率,应对神经重症患者常规监测PCF,在撤机前、术后及康复期进行动态评估(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

3.5.3 浅快呼吸指数 浅快呼吸指数(rapid shallow breathing index, RSBI)是指患者自主呼吸时,其呼吸频率与潮气量的比值。RSBI ≤ 105 次/(分·升)提示撤机成功率高,而RSBI >105 次/(分·升)提示撤机失败的可能性高^[30]。

专家建议15: RSBI可协助评估神经重症患者撤机可行性,应在自主呼吸试验中计算RSBI,但需结合PCF、最大吸气压等指标综合判断,避免单一指标误判(推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

4 管理策略

4.1 急性期

急性期是神经重症患者呼吸功能障碍发

表5 肺功能仪监测指标

Table 5 Monitoring parameters of pulmonary function testing

名称	定义	意义
潮气量	在1次平静呼吸中吸入或呼出的气体总量	反映每次呼吸的深度
每分通气量	每分钟吸入或呼出的气体总容量	直接反映肺的通气功能是否满足机体代谢需求
最大吸气压	在残气位或功能残气位用力吸气时产生的最大口腔负压	反映膈肌等吸气肌群的肌力和储备功能
最大呼气压	在肺总量位用力呼气时产生的最大口腔正压	反映腹肌、肋间内肌等呼气肌群的肌力



生与发展的关键窗口期。此阶段诊疗核心在于同时应对脑损伤与呼吸衰竭两大急症,防止发生脑-肺轴双向恶性循环。本部分建议的制定旨在明确如何在紧急状态下通过ICP控制、脑灌注压(cerebral perfusion pressure, CPP)维持、目标体温管理及精准镇静和镇痛,为神经恢复创造稳定环境;同时,通过规范人工气道建立、肺保护性通气及人机同步性优化,提供安全有效的呼吸支持。神经重症急性期的精准干预是阻断继发性脑损伤、降低早期死亡率的根本保障,同时也是后续康复干预的前提。

4.1.1 神经功能管理 神经重症急性期的核心管理目标在于通过综合管理策略,为神经功能恢复创造最佳条件,同时为呼吸支持提供稳定基础。呼吸与神经功能管理需紧密协同,实现脑-肺轴协同保护,即同时保护大脑结构与呼吸功能,防止继发性脑损伤与呼吸衰竭之间形成恶性循环。

4.1.1.1 控制颅内压 需持续监测并控制ICP,治疗目标通常为ICP<22 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)。后续可采用针对ICP升高的阶梯化管理策略,即根据ICP数值及患者临床状态,依次启用不同层级的干预措施(表6)^[31]。

表6 阶梯化管理策略

Table 6 Staged management strategies

分级	内容
一级措施	抬高床头30°、保持头颈部中立位以利于静脉回流、优化镇静和镇痛深度
二级措施	渗透性治疗(如甘露醇或高渗盐水)、短时过度通气
三级措施	低温治疗、难治性颅内高压可采用巴比妥昏迷治疗

专家建议16: 神经重症患者应进行阶梯化管理以控制ICP,调整任何呼吸机参数(如应用呼气末正压、改变潮气量或呼吸频率)后,均应密切监测ICP变化。应优先使用能降低ICP且对循环影响小的措施,如镇静、镇痛和应用高渗

盐水。过度通气可能引起脑缺血,应仅限于ICP骤增的临时抢救,避免长时间使用(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.1.1.2 维持脑灌注压 CPP为平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)与ICP之差,是维持脑血流量的关键动力^[32]。CPP的管理目标是维持在60~70 mmHg^[33]。具体策略:①使用液体复苏或血管活性药物(如去甲肾上腺素)将MAP维持在80 mmHg以上以维持足够的CPP^[34];②积极控制ICP,避免CPP过低(<50 mmHg)导致脑缺血或过高(>90 mmHg)加重血管源性脑水肿^[35]。

专家建议17: 神经重症患者的CPP管理及用药须个体化。慢性高血压或脑血管自主调节功能受损的患者,其脑血流自动调节曲线通常右移,可能需要个体化提高CPP目标。临床实践中应参考患者的基础血压水平设置CPP目标值,并在维持目标的同时严密监测神经功能变化。在提升MAP时,需选择对脑血管影响较小的血管活性药物,并警惕因血压升高导致ICP继发性增高的风险。必须将ICP和CPP数据联合解读,并进行综合管理(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.1.1.3 目标体温管理 发热可加重脑代谢紊乱和脑损伤,应对其进行积极预防和干预。对于重型颅脑损伤或大面积脑梗死的患者,可采用治疗性低温进行脑细胞保护,但需严格防治寒战、感染、心律失常等并发症^[36]。

专家建议18: 对于神经重症患者,应做好目标体温管理以减少相关并发症,将正常体温作为基本目标(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。实施治疗性低温时,应遵循“诱导-维持-复温”的标准流程,复温速度<0.25 °C/h,防止ICP反跳性升高(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

4.1.1.4 镇静和镇痛策略 镇静和镇痛采用目标导向的浅镇静策略,以Richmond躁动-镇

静评分-2~0分为目标。首选对呼吸驱动抑制小的药物,如右美托咪定(兼具镇静与镇痛作用,无呼吸抑制作用)或瑞芬太尼(超短效阿片类药物)。每日评估神经功能与呼吸驱动,评估时应暂停镇静药物输注^[37]。

专家建议19: 镇静和镇痛治疗应优先采用联合用药策略,例如右美托咪定联合小剂量阿片类药物,避免长期使用苯二氮草类药物(如咪达唑仑),以降低谵妄和呼吸驱动抑制的风险。同时,应实施镇静中断以评估神经功能与呼吸驱动,并全程注意用药安全(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.1.2 呼吸支持

4.1.2.1 人工气道的建立与管理

(1) 气管插管术: 气管插管术适用于GCS<8分、呼吸衰竭、需要机械通气或脑细胞保护(如控制ICP)的患者。推荐使用带声门下吸引腔道的导管进行声门下分泌物引流,插管后需经影像学检查(如床旁胸部X线检查)确认位置。气管插管期间需每日进行口腔护理,当通过听诊、导管上的刻度标记变化或影像学检查发现导管位置异常时,应及时调整,使导管尖端位于气管隆突上方2~4 cm[成人门齿深度(22±2) cm]^[5]。

专家建议20: 神经重症患者的气管插管应使用带声门下吸引腔道的导管并定期检查,必要时调整导管位置。应建立标准的插管前评估和插管后核查流程,由经验丰富的医师操作,以最大限度减少并发症和缺氧时间,这对脑细胞保护至关重要(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

(2) 气管切开术: 气管切开术适用于预期机械通气时间>14 d、无法耐受气管插管或气道分泌物过多的患者。推荐超声引导下经皮扩张气管切开术。术后需密切观察切口情况,调整固定带松紧度^[38]。

专家建议21: 对于预期昏迷时间较长的神

经重症患者,可积极评估并早期(7~14 d)行气管切开术。若预期机械通气时间超过14 d,建议在超声引导下行气管切开术,有助于减少镇静药物用量并可能缩短ICU住院时间,从而利于护理,为患者的神经康复创造条件(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

(3) 气囊压力管理与声门下引流: 气囊压力应维持在25~30 cmH₂O(1 cmH₂O=98 Pa);若使用低压高容气囊,压力应维持在22~25 cmH₂O。每4~6小时监测1次^[39]。推荐使用间断声门下吸引以降低VAP风险^[40]。

专家建议22: 对于神经重症患者,有效预防VAP是避免再次感染、发热所致继发性脑损伤的关键。气囊压力管理与声门下引流可减少VAP的发生。间断声门下吸引操作时需注意负压设置,避免黏膜损伤(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.1.2.2 机械通气策略

(1) 肺与脑细胞保护性通气策略: 肺与脑细胞保护性通气策略建议采用小潮气量(6~8 mL/kg理想体重)通气^[41]。呼气末正压初始设置为5 cmH₂O,根据氧合状态和ICP调整(建议最高不超过25 cmH₂O)^[42]。严格控制动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂) 在35~45 mmHg内,避免过度通气或低通气^[43]。允许性高碳酸血症治疗(PaCO₂ 45~55 mmHg, pH>7.20)仅适用于ICP正常且无禁忌证的患者^[44]。

专家建议23: 对于神经重症患者,应建立多模式监测(如综合监测ICP、脑组织氧分压、呼吸力学等指标),个体化调整通气参数,平衡肺保护和脑灌注需求。调整呼气末正压或潮气量后,必须重新评估ICP和CPP(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

(2) 通气模式选择: 根据患者的呼吸驱动强弱选择相应的通气模式,以改善人机同步性,避免过度通气或通气不足(表7)^[45-47]。



表7 通气模式选择
Table 7 Ventilation mode selection

患者情况	通气模式
驱动强 (如躁动) 者	压力支持通气或压力支持通气 联合同步间歇指令通气
驱动弱 (如脑干损伤) 者	神经调节辅助通气或压力辅助 通气
无自主呼吸者	容积控制通气或压力控制通气

专家建议24: 对于神经重症患者, 神经调节辅助通气/压力辅助通气等新模式能显著改善人机同步性, 减少患者呼吸努力和胸腔内压波动, 有利于稳定ICP。对于呼吸驱动不稳的患者, 如医师团队具备对神经调节辅助通气/压力辅助通气模式的管理及波形解读能力, 可优先考虑使用该模式 (推荐强度: 弱推荐; 证据质量: 中)。

(3) 人机同步性优化: 临床医师应精细设置触发灵敏度 (压力触发为 $-2 \sim -1$ cmH₂O, 流量触发为 $2 \sim 5$ L/min)^[48]和流速波形 (递减波, 峰流速 $60 \sim 80$ L/min)^[49], 以减少人机不同步带来的脑血流波动和呼吸肌负荷。

专家建议25: 对于机械通气的神经重症患者, 每日至少进行1次呼吸机波形回顾, 系统评估人机同步性。对于持续性人机不同步的患者, 应深入排查原因 (如支气管痉挛、心功能不全等), 而非单纯调整呼吸机参数。严重的人机对抗可考虑短期使用神经肌肉阻滞剂 (推荐强度: 强推荐; 证据质量: 中)。

4.2 中期

当患者生命体征趋于平稳后, 管理的核心从生命支持转向功能重建。此阶段面临的挑战是, 如何在持续神经修复过程中, 主动逆转因长期卧床、机械通气及神经损伤导致的呼吸肌失用性萎缩与中枢驱动减弱。本部分建议的制定旨在系统整合神经调控技术、药物干预与渐进式呼吸肌康复训练, 通过神经可塑性原理, 重新激活下行呼吸驱动通路, 增强膈肌及辅助呼吸肌的肌力与耐力。上述神经调控与康复训练整合策略是打破呼吸机依赖、实现成功撤机的核心举措之一, 旨在辅助患者安全地从维持生命状态过渡到恢复自主呼吸功能。

4.2.1 促进神经修复与可塑性策略

4.2.1.1 神经调控技术

(1) 经颅磁刺激: 经颅磁刺激是一种非侵入性技术, 通过脉冲磁场无痛穿透颅骨, 诱发大脑皮质呼吸相关脑区 (如初级运动皮质、运动前区) 的神经电活动^[50]。高频经颅磁刺激可兴奋皮质, 强化下行呼吸驱动通路, 潜在地改善患者的呼吸控制能力和咳嗽力量。经颅磁刺激通常需多次治疗 (如每日1次, 连续2~4周) 以累积神经调控效应, 从而获得预期的临床改善效果。

专家建议26: 经颅磁刺激适用于意识清醒、能配合的中枢性呼吸驱动减弱的神经重症患者。治疗前需进行神经影像学定位, 以精准刺激呼吸相关皮质区。需由经验丰富的治疗师操作, 治疗期间密切观察患者有无癫痫等不良反应 (推荐强度: 弱推荐; 证据质量: 中)。

(2) 经颅直流电刺激: 经颅直流电刺激是一种非侵入性神经调控技术, 通过头皮电极在相关脑区施加一定强度的直流电来调节皮质兴奋性^[51]。阳极经颅直流电刺激能增强皮质兴奋性, 可靶向作用于呼吸相关皮质或脑干区域 (需通过特定电极放置方案), 从而改善中枢呼吸指令的输出^[52]。经颅直流电刺激的治疗疗程与经颅磁刺激类似。

专家建议27: 经颅直流电刺激可用于神经重症患者, 其设备便携、成本较低, 但刺激深度和定位精度有限。建议限制在临床研究框架内使用, 将该疗法应用于常规治疗效果不佳的难治性患者 (推荐强度: 弱推荐; 证据质量: 中)。

(3) 膈神经电刺激: 膈神经电刺激包括体外膈肌起搏和植入式膈肌起搏两种方式。该技术通过电刺激直接激活膈神经, 诱发膈肌规律性收缩, 可为中枢驱动丧失 (如高位脊髓损伤) 或呼吸驱动严重减弱的患者提供人工通气支持^[53], 同时有助于防止膈肌失用性萎缩, 并促进神经肌肉通路重塑^[54]。

专家建议28: 膈神经电刺激可防止膈肌失用性萎缩, 促进神经肌肉通路重塑。对早期难

以撤机的神经重症(如脑干梗死、高位颈髓损伤)患者应进行膈肌功能评估,包括超声测量膈肌活动度及增厚分数,必要时行膈肌肌电活动监测。对于符合治疗指征者,应尽早启动精准评估及定位治疗。体表刺激适用于轻中度功能障碍的患者;植入式膈肌起搏器适用于长期完全依赖呼吸机的患者(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

4.2.1.2 药物干预

(1) 神经营养药物:神经营养药物(如单唾液酸四己糖神经节苷脂钠、鼠神经生长因子等)在理论上具有促进神经细胞存活、轴突生长和突触形成的作用,常用于周围神经损伤的治疗。

专家建议29:神经营养药物可用于神经重症合并周围神经损伤患者的治疗,对于神经损伤(如吉兰-巴雷综合征、中毒性周围神经病、糖尿病周围神经病变)的患者,还需结合患者个体情况(如肝肾功能、过敏史)评估后决定是否启用。不推荐将其作为常规用药,使用期间需警惕药物的不良反应(如神经节苷脂可能引发的过敏反应),并监测患者的呼吸功能(推荐强度:弱推荐;证据质量:低)。

(2) 改善脑微循环药物:改善脑微循环药物(如丁苯酞、尤瑞克林等)具有改善脑血流、抗炎、减轻脑水肿等作用,临床上常用于脑梗死的治疗^[24, 55]。理论上,改善呼吸相关中枢(如脑干、运动皮质)的微循环,可为神经功能的恢复创造有利条件,从而间接促进呼吸驱动的恢复。

专家建议30:改善脑微循环药物适用于脑微循环障碍导致呼吸驱动不足的神经重症患者(如脑梗死合并呼吸功能障碍),需在医师指导下使用。用药期间监测血压、凝血功能,避免与抗凝药物联用导致出血风险增加,同时观察呼吸频率、潮气量等指标,以评估药物对呼吸驱动的改善效果(推荐强度:弱推荐;证据质量:低)。

4.2.2 呼吸肌康复训练

4.2.2.1 呼吸肌训练 使用阈值压力训练器进行吸气肌训练和呼气肌训练。吸气肌训练初始强度为最大吸气压的30%~40%,每日2次,

每次10~15 min,逐步增量^[56]。

专家建议31:当神经重症患者病情稳定、能够配合时,应尽早开始呼吸肌训练,方案制订应遵循个体化原则。应规律进行训练并逐步增强训练强度,每3~5天评定最大吸气压、最大呼气压,据此调整训练强度(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.2.2.2 呼吸模式训练 针对呼吸模式进行的技术训练,旨在改善呼吸肌的活动度和通气效率。核心技术包括腹式呼吸、缩唇呼吸、抗阻呼吸训练,具体操作方法见表8^[57-58]。

专家建议32:呼吸模式训练应从低强度开始,在患者可耐受的前提下循序渐进开展。治疗师应亲自示范,并在患者进行呼吸训练时用手触摸其腹部,以确保其采用了有效的膈肌主导呼吸模式,而非错误的胸式或肩胛带代偿模式。缩唇呼吸训练主要用于阻塞性肺功能障碍患者,可与日常活动结合进行,如行走时同步练习(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.2.2.3 主动呼吸循环技术 主动呼吸循环技术(active cycle of breathing technique, ACBT)是一套结合了呼吸控制、胸廓扩张运动和用力呼气技术(或哈气技术)的综合性气道廓清方法,即通过有效咳嗽将分泌物直接咳出,或先咳至口咽部再进行清除^[59]。具体操作方法见表9。

表8 呼吸模式训练

Table 8 Respiratory pattern training

核心技术	具体操作
腹式呼吸	嘱患者放松胸廓,经鼻深吸气时腹部隆起,经嘴慢呼气时腹部回缩
缩唇呼吸	呼气时将嘴唇缩成吹口哨状,缓慢呼气,用以对抗气道过早塌陷,维持呼气末正压
抗阻呼吸训练	使用阈值压力训练器,在吸气或呼气端增加特定阻力进行训练

表9 主动呼吸循环技术

Table 9 Active cycle of breathing technique

方法	内容
步骤1:呼吸控制	放松、轻柔的潮式呼吸
步骤2:胸廓扩张运动	深吸气并可能配合屏气,以帮助气体到达分泌物后方
步骤3:用力呼气技术	进行2~3次中等的呼气,有助于将外周分泌物移至大气道
步骤4:循环重复	



专家建议33: ACBT仅适用于有明确痰液潴留,且年龄 ≥ 4 岁,呼吸频率 < 35 次/分,能清醒配合治疗的神经重症患者。治疗师需根据患者气道分泌物的量和部位,个性化调整循环中各环节的重复次数和顺序。在训练过程中需密切监测患者的氧饱和度和疲劳程度(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

4.3 恢复期

恢复期管理的最终目标是实现患者呼吸功能的独立与安全,并使其能够回归正常生活。此阶段患者虽已脱离急性危险,但仍面临气道廓清障碍、吞咽-咳嗽反射失调、拔管后并发症及心理障碍等长期问题。本部分建议的制定旨在通过综合肺康复、体位管理、主动气道廓清技术、早期活动及吞咽功能重建等系统性干预措施,最大限度地恢复患者的自主通气与气道保护能力。同时,通过建立标准化的撤机流程、开展多学科协作的心理与营养支持治疗,以缩短患者的住院周期、降低再插管率、预防ICU后综合征,最终实现从医院到家庭的无缝过渡,提升患者的长期生存质量与社会参与能力。

4.3.1 综合肺康复

4.3.1.1 体位管理 逐步抬高患者床头至 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$,或使用电动起立床对其进行渐进性直立位训练。对符合指征的急性呼吸窘迫综合征或肺不张患者,可采用每日12~16 h的俯卧位通气,以利于背部肺区开放、改善通气血流比,从而提升其氧合能力^[60]。

专家建议34: 体位管理应作为神经重症患者常规护理的一部分。对急性呼吸窘迫综合征或肺不张患者,建议采用俯卧位通气,但需由训练有素的专业团队执行,以确保安全。对于病情稳定、可耐受离床活动的患者,可进行直立位训练,但需防范体位性低血压(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.1.2 气道廓清技术 气道廓清技术包括手法振动排痰、高频胸壁振荡排痰、机械吸-呼(mechanical insufflation-exsufflation,

MI-E)技术等,可根据分泌物的量和黏稠度选择不同的技术,其中MI-E技术尤其适用于PCF < 100 L/min的患者^[61]。

专家建议35: 根据神经重症患者气道分泌物的量及黏稠度选择排痰方式,建立标准化气道廓清方案。采用多种技术进行气道廓清(如先雾化湿化,再体位引流,最后手法或机械辅助咳嗽)的效果最优。此外,应定期评估气道廓清效果(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.1.3 早期活动 神经重症患者恢复期的早期活动包括床上脚踏车、离床坐起、站立、转移等,目的是预防肌肉萎缩、深静脉血栓、压疮等并发症,并促进神经功能与呼吸功能恢复。活动应在患者生命体征稳定、神经功能允许的前提下尽早开始,遵循循序渐进原则,从被动活动逐步过渡到主动训练,并应在包括医师、护士、呼吸治疗师、物理治疗师在内的多学科团队(multidisciplinary team, MDT)指导和监测下进行。活动过程中应密切观察患者的心率、血压、血氧饱和度及ICP变化,避免过度疲劳或诱发ICP增高。

专家建议36: 神经重症患者的早期活动需在专业团队严密监测及指导下进行,安全是首要原则。制订个体化的活动计划,从被动活动开始,逐步过渡到主动辅助活动及主动活动。即使是最低程度的活动(如坐起)也有临床获益(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.2 吞咽与咳嗽功能重建

4.3.2.1 吞咽功能评估与训练 在拔管前后或气管切开带管期间,应进行临床吞咽功能评估和(或)视频荧光吞咽造影检查。根据评估结果,开展相应的口颜面操、感觉刺激和吞咽手法训练^[62],以改善患者的吞咽功能,降低误吸及吸入性肺炎发生率。

专家建议37: 神经重症患者拔管前后及气管切开带管期间,应进行吞咽功能评估与训练,言语治疗师应尽早介入。吞咽功能是安全拔管和防止误吸的关键,必须严格评估患者是否具

备安全吞咽的能力,以决定拔管或封管的时机(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.2.2 咳嗽功能监测与辅助技术 应定期(如每日或拔管前)监测PCF,以客观评估患者的咳嗽能力。PCF ≥ 160 L/min提示患者具备有效清除分泌物的能力,是成功拔管的重要预测指标^[61]; PCF < 160 L/min提示咳嗽无力,需积极干预。对于咳嗽无力者,可采用手法辅助咳嗽或MI-E技术辅助排痰。手法辅助咳嗽适用于能配合的患者,操作时需注意手法力度,避免造成不适或损伤。MI-E技术适用于分泌物潴留严重或手法辅助咳嗽效果不佳者,需根据患者耐受性设定正负压参数,并密切监测血氧饱和度及心率变化。

专家建议38: 咳嗽功能监测可预测拔管成功率,PCF应作为常规监测指标。对于咳嗽无力者,可培训患者家属和护理人员学习手法辅助咳嗽,以便在院内和出院后持续进行辅助排痰(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.3 撤机流程与困难撤机管理

4.3.3.1 标准化自主呼吸试验 拔管前应评估标准化自主呼吸试验指征,以判断患者是否具备进行撤机试验的条件。首选低水平压力支持通气(5~8 cmH₂O)或T管进行自主呼吸试验,持续时间为30~120 min^[63];同时制定明确的自主呼吸试验成功与失败标准。

专家建议39: 神经重症患者拔管前需进行自主呼吸试验,遵循预先制定的标准化步骤以管理撤机过程。由呼吸治疗师主导撤机管理能提高撤机效率,减少机械通气时间(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

4.3.3.2 神经源性困难撤机处理路径 对于长期机械通气依赖者,管理策略包括延长撤机时间(序贯撤机)、尝试过渡到家庭无创通气,以及评估膈肌起搏器植入的适应证^[64-66]。

专家建议40: 对于神经重症合并困难撤机的患者,应成立MDT进行专门管理。管理策略包括采用序贯撤机策略或过渡至家庭无创通气,

必要时可植入膈肌起搏器。对于神经损伤导致的中枢性低通气或膈肌麻痹,应积极评估膈肌起搏器植入的可能性(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

4.3.4 心理与营养支持

4.3.4.1 心理支持(焦虑、抑郁管理) 识别并管理ICU后综合征(包括焦虑、抑郁、创伤后应激障碍),并采用药物和非药物手段对患者进行干预(如心理疏导、环境调整、家属参与等)。

专家建议41: 对于神经重症合并ICU后综合征的患者,需进行焦虑与抑郁管理,并将心理评估纳入日常查房内容。早期活动、充分沟通、保证睡眠周期是预防和减轻心理问题的重要非药物措施(推荐强度:强推荐;证据质量:中)。

4.3.4.2 营养支持 患者进入呼吸功能重建恢复期后,应在48 h内启动肠内营养,目标能量为25~30 kcal/(kg·d) (1 kcal=4.184 kJ),蛋白质为1.2~2.0 g/(kg·d),注意避免过度喂养导致二氧化碳产生增加^[67]。保证充足的磷、镁、钾等微量元素摄入,以满足呼吸肌能量代谢需求。

专家建议42: 对于神经重症患者,应在恢复期及时启动肠内营养,与营养师共同制订个体化方案。定期监测营养指标(如前白蛋白、白蛋白水平等),动态调整营养计划。注意观察喂养耐受性,防止误吸(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

5 神经重症呼吸功能重建的常见并发症及处理

5.1 常见并发症

神经重症呼吸功能重建的并发症主要源于原发的神经系统损伤。此外,长期插管、气管切开、卧床,以及自身免疫力降低同样会导致多种并发症的发生。常见的并发症包括VAP、气道堵塞、肺栓塞、肺不张、深静脉血栓等^[68]。

5.2 常见并发症处理

(1) VAP: 严格执行VAP预防集束化措施,包括持续抬高床头至30°~45°、预防误吸、每日进行口腔护理(如使用氯己定漱口水,减少口



咽部细菌繁殖)、定时行声门下吸引以清除气囊上方分泌物。

(2) 气道堵塞: 根据患者的气道分泌物情况及临床指征采用密闭式吸痰技术进行吸痰, 避免过度刺激, 必要时更换气管插管或套管。采用主动湿化, 根据痰液性状动态调整湿化水平, 以稀释痰液, 利于排出。

(3) 肺栓塞: 肺栓塞的处理包括抗凝治疗、呼吸支持、呼吸康复训练等, 其中抗凝治疗是主要治疗方法, 目的是防止血栓蔓延。此外, 高流量氧疗、早期呼吸训练、按需使用血管活性药物同样重要。

(4) 肺不张: 肺不张的处理主要采用正压通气支持、ACBT、体位引流及胸部叩拍等。目的是促进塌陷的肺组织重新扩张, 并清除气道分泌物。

(5) 深静脉血栓: 为预防深静脉血栓, 应使用间歇充气加压装置或梯度压力弹力袜, 并在无禁忌证时进行早期活动, 如踝泵(即踝关节主动背屈与跖屈运动)、股四头肌等长收缩、早期站立等, 以促进下肢静脉回流。

6 康复管理与长期照护

神经重症患者呼吸功能重建是贯穿康复全程的系统性工程, 应以多学科协作、早期康复介入、营养支持为核心原则, 兼顾呼吸功能改善与神经功能康复, 同时关注患者及家属的心理需求与长期照护能力, 最终实现患者生活质量提升与医疗资源合理利用。

6.1 多学科团队协作模式

鉴于神经重症患者呼吸功能重建的复杂性, 临床需打破学科壁垒, 搭建高效协同的MDT协作体系。研究表明, 结构化的MDT协作可显著改善神经重症患者的预后, 并降低并发症发生率^[69]。该体系以“时空双轴管理”为核心框架, 纵向覆盖患者康复全周期, 横向整合医疗、护理、康复等多专业资源, 通过标准化流程实现精准诊疗与功能康复的有机融合^[70]。临床实践

表明, MDT可显著降低神经重症患者的术后肺炎发生率, 同时改善患者的生活质量并提高其护理满意度^[71]。

6.1.1 核心框架与启动机制 MDT的高效运作依赖于科学的组织架构与及时的启动时机。在人员组成上, 需建立“4+3”基础模式, 即以重症医学科、呼吸科、神经科、康复科为核心, 以营养科、心理科、护理科为支撑, 必要时纳入影像科、药剂科等拓展科室。启动时机应遵循“黄金48 h”原则, 即在患者入住ICU 24~48 h内完成首次MDT评估。

MDT运行采用“阶梯式会议”制度: 急性期每日举行快速会诊, 重点评估患者的呼吸力学与神经功能变化; 恢复期每周开展深度病例讨论, 由神经科与康复科主导制订功能重建方案; 长期照护阶段每月进行1次综合评估, 调整家庭康复计划。对于特殊病例(如高位脊髓损伤合并膈肌瘫痪者), 需启动紧急MDT流程, 在2 h内完成多学科评估并制订通气支持策略。

专家建议43: 推荐建立涵盖重症、呼吸、神经康复等专业的MDT协作模式。对ICU患者及特殊病例尽快行MDT协作诊疗, 急性期24~48 h内启动评估(推荐强度: 弱推荐; 证据质量: 中)。

6.1.2 实施策略与协作流程 神经康复与呼吸康复双管齐下, 通过神经通路再激活与呼吸功能适应性训练的协同干预, 实现神经功能重建与呼吸系统修复。神经功能重建的核心任务为急性期需保护呼吸中枢神经、维持神经传导通路的完整性; 恢复期需促进神经突触再生、重建神经-肌肉耦联; 长期管理则应侧重患者的环境适应性与认知功能重塑。

6.2 早期康复介入

早期康复介入是神经重症患者呼吸功能重建与神经功能恢复的重要衔接环节, 核心是在保障患者生命安全的前提下, 实现呼吸康复与神经康复的协同推进, 避免因康复滞后导致的呼吸肌失用性萎缩、关节挛缩等问题, 为后续

功能恢复奠定基础。

6.2.1 介入时机 满足表10中的前提且无禁忌证时,应在24~48 h内启动康复介入;对病情复杂者,应在病情平稳后72 h内完成首次康复评估。

6.2.2 早期康复核心内容 早期康复应结合呼吸康复与神经康复,并根据患者的功能状态分阶段推进,每个阶段均以肢体活动与呼吸训

练协同为原则,避免孤立开展肢体训练而忽视呼吸训练^[72] (表11)。

专家建议44:神经重症患者的早期康复应在生命体征稳定后24~48 h内尽快启动,分阶段进行床上、坐位、站立/行走训练,并结合呼吸训练。训练过程中需注意监测各项安全指标,出现异常应立即暂停训练(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

表10 早期康复介入的前提与禁忌证

Table 10 Prerequisites and contraindications of early rehabilitation intervention

项目	解释
前提 (生命体征稳定)	①血流动力学稳定: 平均动脉压65~100 mmHg, 无须或仅使用低剂量血管活性药物[如去甲肾上腺素 $\leq 0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$], 心率60~120次/分, 无严重心律失常 ②呼吸稳定: 脉搏血氧饱和度 $\geq 92\%$ (吸入氧浓度 ≤ 0.6 , 呼气末正压 $\leq 10 \text{ cmH}_2\text{O}$), 呼吸频率 ≤ 24 次/分, 人机同步良好 ③神经功能稳定: 颅内压 $\leq 20 \text{ mmHg}$, GCS无下降, 无新发肌力减退、癫痫持续状态 活动性消化道出血(胃管内引流出新鲜血液, 粪便潜血试验呈强阳性)
禁忌证	急性心肌梗死(发病72 h内) 严重感染性休克(感染性休克未纠正, 乳酸 $> 4 \text{ mmol/L}$) 未固定的骨折

注: 1 mmHg=0.133 kPa; 1 cmH₂O=98 Pa。

表11 早期康复核心内容

Table 11 Core contents of early rehabilitation

分期	方案
第一阶段: 床上训练	①肢体训练(预防关节挛缩、改善循环): 被动关节活动, 包括肩、肘、腕、髋、膝、踝等关节, 每个关节活动3~5次/组, 每日2~3组(肩关节前屈/后伸/外展, 髋关节屈曲 $\leq 90^\circ$) ②神经功能重建技术(增强呼吸中枢兴奋性): 经颅直流电刺激M1区/脑干投射区 ③呼吸整合训练: 腹式呼吸同步刺激(吸气: 阳极激活; 呼气: 阴极抑制)
第二阶段: 坐位训练	①肢体训练(提升坐位平衡能力): 坐位过渡: 床头从 30° 逐渐摇高至 45° 、 60° , 直至 90° , 每次抬高维持10~15 min 床边坐位: 双脚踩地、手撑床沿, 先静态坐位(每次10~15 min), 再动态坐位(交替触膝), 每日2~3次 ②神经功能重建技术(重建运动皮质-膈肌通路): 运动想象疗法聚焦膈肌收缩意象 ③呼吸整合训练: 阈值负荷呼吸训练(20%~30%最大吸气压) ④缩唇呼吸: 坐位平衡时鼻吸气2 s+缩唇呼气3 s, 维持呼吸频率 ≤ 24 次/分
第三阶段: 站立/行走训练	①肢体训练(提升活动能力): 床边站立: 搀扶或助行器辅助, 初始每次5~10 min, 每日1~2次(注意监测体位性低血压) 行走训练: 初始每次5~10 m, 每日1次, 逐步增距(每次增加2~3 m) ②神经功能重建技术(强化小脑-脑干-脊髓呼吸节律调控): 虚拟现实步态训练 ③呼吸整合训练: 包括调整呼吸节律, 步行时采用两步一吸气、两步一呼气的模式, 维持呼吸频率 ≤ 24 次/分 ④应急调整: 若出现气促, 立即停止行走, 取坐位, 进行腹式呼吸以缓解症状



6.2.3 安全监测 康复过程中需实时监测以下指标。①呼吸指标：呼吸频率、节律、脉搏血氧饱和度等；②神经指标：意识状态、ICP、肢体活动状态等；③循环指标：心率、血压等。患者出现呼吸困难、心率过速、头痛/呕吐等情况时需立即暂停训练，待指标稳定后重新评估。具体异常指标及处理措施详见表12。

6.3 营养支持策略

欧洲临床营养与代谢学会指南强烈推荐重症患者在入院后24~48 h内启动肠内营养，以维持肠道功能、降低感染风险^[73-74]。营养状况直接影响呼吸肌功能（如膈肌肌力和耐力）与免疫功能^[75]。因此，临床需遵循个体化、分阶段原则，在神经重症患者入院24 h内完成初始营养状况评估，并进行阶段性营养支持。

①急性期（发病72 h内）：若胃肠功能耐受（无严重腹胀、呕吐），尽早启动肠内营养。应以低脂、易消化食物为主，避免加重胃肠负担^[76]。②恢复期（发病72 h后至出院前）：逐渐增加肠内营养的剂量，优化宏量营养素的比例，优先选择乳清蛋白等优质蛋白质^[77]，促进呼吸肌修复，脂肪供能比 $\leq 30\%$ ，避免膈肌脂肪浸润。③长期照护阶段：根据患者活动量调整能量摄入，补充维生素D（促进肌肉功能）与膳食纤维（预防便秘，避免腹压升高影响呼吸）^[78]；注意防止过度喂养（每日能量摄入 >35 kcal/kg），避免二氧化碳生成过量而加重患者呼吸负担；对合并吞咽困难的患者，选择稠厚流质或半流质饮食，必要时采用鼻饲管建立肠内营养通路，避免经口进食引发的误吸。

专家建议45：神经重症患者的营养支持应

个体化、分阶段实施，急性期尽早启动肠内营养，恢复期应优化蛋白质与能量比例，避免过度喂养（推荐强度：强推荐；证据质量：高）。

6.4 患者与家属教育及心理支持

教育与心理支持是神经重症患者长期康复的重要保障，需覆盖疾病认知、技能培训与心理干预。在教育内容上，可对患者及其家属、照护者进行疾病知识讲解、人工气道护理及呼吸训练培训、应急处理培训；对意识清醒的患者，应提供心理疏导，增强其信心；对意识障碍患者，可通过声音刺激、肢体接触（如握手）促进神经功能恢复^[79]，减少谵妄发生。

6.5 出院准备与长期家庭管理

出院准备需围绕患者状况安全过渡、持续康复展开，制订个体化长期管理计划。在患者出院前1周完成综合评估，出院时将康复计划同步至社区卫生服务中心，进行家庭设备配置与指导，并定期随访。

7 特殊神经系统疾病患者呼吸管理

不同神经疾病导致呼吸功能障碍的机制存在差异，需结合疾病的病理生理特点制订兼顾神经功能保护与呼吸功能重建的个体化呼吸管理方案。

7.1 高位脊髓损伤

高位脊髓损伤（尤其是C₁~C₄节段）常会损伤呼吸中枢或膈神经、肋间肌神经，导致膈肌瘫痪/腹肌无力，发生急性呼吸衰竭的风险较高。此类患者多需长期通气支持，其呼吸管理的核心为通气支持与膈肌功能保护。

膈肌起搏是恢复生理性通气的首选方案。

表12 康复训练异常指标监测

Table 12 Monitoring of abnormal indicators in rehabilitation training

项目	异常情况	处理措施
呼吸指标监测	呼吸频率 >30 次/分、脉搏血氧饱和度 $<90\%$ 、呼吸困难（鼻翼扇动）	暂停训练，吸氧/调整通气参数
神经指标监测	异常处理：GCS降低 ≥ 2 分、颅内压 >25 mmHg、头痛/呕吐	暂停训练，降低颅内压
循环指标监测	异常处理：心率 >120 次/分或 <50 次/分、平均动脉压 <60 mmHg或 >110 mmHg	暂停训练，调整循环支持

注：1 mmHg=0.133 kPa。

应早期进行膈神经功能评估(如电刺激诱发反应),为符合条件的患者实施腹腔镜膈肌起搏器植入或经膈神经刺激治疗,以期使其脱离呼吸机,改善生存质量和预后^[80]。急性期可对C₃~C₅脊髓呼吸中枢进行靶向硬膜外电刺激治疗。

专家建议46:中高位脊髓损伤的神经重症患者总体预后不佳,其呼吸管理核心为通气支持与膈肌功能保护,应早期评估膈神经功能,对符合条件的患者,推荐进行膈肌起搏治疗(推荐强度:强推荐;证据质量:中)。

7.2 脑干病变

脑干病变(如脑干梗死、出血、炎症)主要影响呼吸中枢(延髓、脑桥)与气道保护反射(吞咽、咳嗽反射),导致中枢性低通气、呼吸节律异常并增加误吸风险。此类患者的呼吸管理策略核心为呼吸节律调控与气道保护。

脑干病变患者常需进行有创通气,以控制呼吸节律和保证通气量。对于意识清楚、能自主维持气道通畅且无严重延髓麻痹的患者,可尝试无创通气,但需严密监测通气的有效性(如动态监测动脉血气、血氧饱和度、呼吸节律及人机同步性),同时需严格管理气道分泌物并积极采用超强效的气道廓清技术(如MI-E、高频胸壁振荡等)以主动清除气道深部分泌物,防止痰液潴留和窒息。对于长期存在严重吞咽障碍的患者,需行胃造口术。睡眠期间可采用多导睡眠图进行睡眠呼吸暂停监测^[81]。中枢神经调控方面,可对延髓背侧呼吸组进行靶向重复经颅磁刺激,或使用迷走神经刺激增强咳嗽反射。

专家建议47:脑干病变患者的呼吸管理核心为呼吸节律调控与气道保护,需严密监测呼吸节律与气道保护功能,必要时行有创通气,以控制呼吸节律、保证通气量并提供气道保护;同时行胃造口术,以实现安全肠内营养并降低反流误吸风险(推荐强度:弱推荐;证据质量:中)。

7.3 吉兰-巴雷综合征与重症肌无力

吉兰-巴雷综合征与重症肌无力可因神经

肌肉接头或外周神经病变导致弛缓性瘫痪和呼吸肌无力,呼吸衰竭是上述两种疾病危象的主要原因,因此需密切监测患者的肺功能^[82]。床旁肺功能测试(如肺活量)是预测患者是否需要机械通气的关键指标^[72]。此类患者的呼吸管理核心为动态监测呼吸功能,把握通气与撤机时机。

静脉注射免疫球蛋白和血浆置换是吉兰-巴雷综合征和重症肌无力急性期的一线免疫调节疗法,能有效加快康复进程^[83]。重症患者需在ICU内严密监护,及时进行上述治疗。呼吸支持首选无创通气^[84],若效果不佳或患者无力咳嗽则行气管插管建立人工气道。在病因治疗起效、神经功能开始恢复后,撤机过程通常较为顺利。

专家建议48:对于神经重症中吉兰-巴雷综合征与重症肌无力患者,需动态监测呼吸功能,及时进行静脉注射免疫球蛋白治疗以调节免疫或进行血浆置换以清除致病性抗体。呼吸支持首选无创通气,无效时及时进行气管插管以建立人工气道,保障通气并做好气道保护(推荐强度:强推荐;证据质量:高)。

7.4 颅脑损伤与脑出血

颅脑损伤与脑出血患者的呼吸管理需平衡ICP与呼吸功能维持,避免通气策略不当导致脑损伤加重或呼吸衰竭^[85],其管理核心为平衡通气需求与ICP稳定。

在实施肺保护性通气策略的同时,应维持动脉血氧分压>80 mmHg,将PaCO₂精确控制在正常范围(35~38 mmHg),维持神经血管耦合,避免过度波动^[86]。对于急性ICP升高患者,短时、可控的轻度过度通气(PaCO₂ 30~35 mmHg)可作为降低ICP的临时抢救措施,但因其有导致脑缺血的风险,不宜长期使用。实施脑细胞保护性通气(如呼气同步性振荡)可促进脑脊液回流,降低ICP。深度镇静可降低脑代谢和ICP,但需权衡其对神经评估和撤机的影响^[87]。



专家建议49: 对于神经重症中的颅脑损伤与脑出血患者, 需注意通气与ICP管理, 平衡两者的相互影响, 建议将PaCO₂控制在35~38 mmHg, 避免过度通气 (推荐强度: 强推荐; 证据质量: 高)。

8 推荐意见总结

8.1 临床评估

临床评估的推荐意见总结见表13。

8.2 影像与功能监测

影像与功能监测的推荐意见总结见表14。

8.3 呼吸支持管理策略

呼吸支持管理策略的推荐意见总结见表15。

8.4 康复管理与长期照护

康复管理与长期照护的推荐意见总结见表16。

8.5 特殊神经系统疾病患者的呼吸管理

特殊神经系统疾病患者呼吸管理的推荐意见总结见表17。

表13 临床评估的推荐意见

Table 13 Recommendations for clinical assessment

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议1	GCS作为客观评估神经系统状态的工具, 能很好地评估颅脑损伤严重程度及其预后。建议在神经重症患者入院、病情变化时及随访中常规使用GCS进行评估, 同时结合神经影像学及电生理检测结果综合判断病情	强推荐	高
专家建议2	呼吸频率和节律能反映神经重症患者的呼吸状态, 应对其进行持续监测, 尤其在镇静和镇痛治疗及呼吸机参数调整后。临床可结合血气分析及临床表现综合评估患者呼吸状态	强推荐	高
专家建议3	听诊能较好地评估神经重症患者气道是否通畅。建议定期进行气道通畅度与分泌物评估。尤其对机械通气患者, 应实施声门下分泌物引流及气囊压力监测。分泌物评估可与胸部X线或肺部超声等影像学检查相结合, 综合评估患者肺部的感染情况	强推荐	中
专家建议4	呼吸功能主观量表可评估神经重症患者的呼吸功能, 适用于意识清楚、能配合表达的患者, 应在治疗前后重复评估以动态反映症状变化	弱推荐	中

表14 影像与功能监测的推荐意见

Table 14 Recommendations for imaging and functional monitoring

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议5	肺部影像学检查可为肺部及气道疾病提供客观依据, 但CT检查需平衡诊断价值与辐射暴露风险, 不作为常规检测手段, 建议在病情需要时选择低剂量CT检查	强推荐	高
专家建议6	膈肌超声评估可用于早期识别膈肌功能障碍, 尤其适用于撤机困难或机制不明的呼吸衰竭患者, 可在ICU及康复科常规开展	强推荐	高
专家建议7	膈神经传导可反映神经传导通路的完整性, 适用于怀疑膈神经损伤或中枢传导通路障碍的神经重症患者。但其操作较复杂, 需专业神经电生理医师执行	弱推荐	中
专家建议8	dEMG可评估神经重症患者的膈肌功能状态, 建议与膈神经传导联合使用, 以提高诊断的全面性; dEMG操作要求高, 独立评价存在较多干扰因素, 需注意操作规范以避免干扰信号	弱推荐	中
专家建议9	PCF可评估气道廓清能力, 进而预测吸入性肺炎发生风险。建议在神经重症患者中常规监测PCF, 并将其作为撤机及气道管理决策的重要依据	强推荐	高
专家建议10	肺功能仪监测能为神经重症患者撤机提供重要参考, 尤其适用于长期机械通气患者。应对此类患者定期进行肺功能监测, 并在治疗前后对比肺功能相关指标的变化	强推荐	高
专家建议11	呼吸机波形分析可直观地评估人机同步性和呼吸驱动强度, 但对操作者技术要求高, 建议临床团队接受系统培训, 每日回顾呼吸机波形并及时调整参数	强推荐	中
专家建议12	血气分析可评估神经重症患者的病情及指导诊疗, 建议在病情变化、呼吸机参数调整前后及定期随访中进行专项检查, 并结合临床及其他监测指标综合解读血气分析结果	强推荐	高
专家建议13	膈肌超声可协助评估神经重症患者拔管可行性, 推荐将其作为撤机评估的常规工具, 并结合临床与生理指标综合评估, 以提高对拔管成功率预测的准确性	强推荐	高
专家建议14	PCF可预测误吸及继发性肺炎发生率, 应对神经重症患者常规监测PCF, 在撤机前、术后及康复期进行动态评估	强推荐	高
专家建议15	RSBI可协助评估神经重症患者撤机可行性, 应在自主呼吸试验中计算RSBI, 但需结合PCF、最大吸气压等指标综合判断, 避免单一指标误判	强推荐	高

注: ICU——重症监护病房; dEMG——膈肌肌电图; PCF——咳嗽峰值流量; RSBI——浅快呼吸指数。

表15 呼吸支持管理策略的推荐意见
Table 15 Recommendations for respiratory support management strategies

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议16	神经重症患者应进行阶梯化管理以控制ICP, 调整任何呼吸机参数 (如应用呼气末正压、改变潮气量或呼吸频率) 后, 均应密切监测ICP变化。应优先使用能降低ICP且对循环影响小的措施, 如镇静、镇痛和应用高渗盐水。过度通气可能引起脑缺血, 应仅限于ICP骤增的临时抢救, 避免长时间使用	强推荐	高
专家建议17	神经重症患者的CPP管理及用药须个体化。慢性高血压或脑血管自主调节功能受损的患者, 其脑血流自动调节曲线通常右移, 可能需要个体化提高CPP目标。临床实践中应参考患者的基础血压水平设置CPP目标值, 并在维持目标的同时严密监测神经功能变化。在提升MAP时, 需选择对脑血管影响较小的血管活性药物, 并警惕因血压升高导致ICP继发性增高的风险。必须将ICP和CPP联合数据解读, 并进行综合管理	强推荐	高
专家建议18	对于神经重症患者, 应做好目标体温管理以减少相关并发症, 将正常体温作为基线目标; 实施治疗性低温时, 应遵循“诱导-维持-复温”的标准流程, 复温速度 $<0.25^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 防止ICP反跳性升高	强推荐 (预防发热); 弱推荐 (对特定适应证的治疗性低温)	高 (预防发热); 中 (对特定适应证的治疗性低温)
专家建议19	镇静和镇痛治疗应优先采用联合用药策略, 例如右美托咪定联合小剂量阿片类药物, 避免长期使用苯二氮草类药物 (如咪达唑仑), 以降低谵妄和呼吸驱动抑制的风险。同时, 应实施镇静中断以评估神经功能与呼吸驱动, 并全程注意用药安全	强推荐	高
专家建议20	神经重症患者的气管插管应使用带声门下吸引腔道的导管并定期检查, 必要时调整导管位置。应建立标准的插管前评估和插管后核查流程, 由经验丰富的医师操作, 以最大限度减少并发症和缺氧时间, 这对脑细胞保护至关重要	强推荐	高
专家建议21	对于预期昏迷时间较长的神经重症患者, 可积极评估并早期 (7~14 d) 行气管切开术。若预期机械通气时间超过14 d, 建议在超声引导下行气管切开术, 有助于减少镇静药物用量并可能缩短ICU住院时间, 从而利于护理, 为患者的神经康复创造条件	强推荐	高
专家建议22	对于神经重症患者, 有效预防VAP是避免再次感染、发热所致继发性脑损伤的关键。气囊压力管理与声门下引流可减少VAP的发生。间断声门下吸引操作时需注意负压设置, 避免黏膜损伤	强推荐	高
专家建议23	对于神经重症患者, 应建立多模式监测 (如综合监测ICP、脑组织氧分压、呼吸力学等指标), 个体化调整通气参数, 平衡肺保护和脑灌注需求。调整呼气末正压或潮气量后, 必须重新评估ICP和CPP	强推荐	高
专家建议24	对于神经重症患者, 神经调节辅助通气/压力辅助通气等新模式能显著改善人机同步性, 减少患者呼吸努力和胸腔内压波动, 有利于稳定ICP。对于呼吸驱动不稳的患者, 如医师团队具备对神经调节辅助通气/压力辅助通气模式的管理及波形解读能力, 可优先考虑使用该模式	弱推荐	中
专家建议25	对于机械通气的神经重症患者, 每日至少进行1次呼吸机波形回顾, 系统评估人机同步性。对于持续性人机不同步的患者, 应深入排查原因 (如支气管痉挛、心功能不全等), 而非单纯调整呼吸机参数。严重的人机对抗可考虑短期使用神经肌肉阻滞剂	强推荐	中
专家建议26	经颅磁刺激适用于意识清醒、能配合的中枢性呼吸驱动减弱的神经重症患者。治疗前需进行神经影像学定位, 以精准刺激呼吸相关皮质区。需由经验丰富的治疗师操作, 治疗期间密切观察患者有无癫痫等不良反应	弱推荐	中
专家建议27	经颅直流电刺激可用于神经重症患者, 其设备便携、成本较低, 但刺激深度和定位精度有限。建议限制在临床研究框架内使用, 将该疗法应用于常规治疗效果不佳的难治性患者	弱推荐	中
专家建议28	膈神经电刺激可防止膈肌失用性萎缩, 促进神经肌肉通路重塑。对早期难以撤机的神经重症 (如脑梗死、高位颈髓损伤) 患者应进行膈肌功能评估, 包括超声测量膈肌活动度及增厚分数, 必要时行膈肌电活动监测。对于符合治疗指征者, 应尽早启动精准评估及定位治疗。体表刺激适用于轻中度功能障碍的患者; 植入式膈肌起搏器适用于长期完全依赖呼吸机的患者	弱推荐	中

续表

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议29	神经营养药物可用于神经重症合并周围神经损伤患者的治疗, 对于神经损伤 (如吉兰-巴雷综合征、中毒性周围神经病、糖尿病周围神经病变) 的患者, 还需结合患者个体情况 (如肝肾功能、过敏史) 评估后决定是否启用, 不推荐将其作为常规用药, 使用期间需警惕药物的不良反应 (如神经节苷脂可能引发的过敏反应), 并监测患者的呼吸功能	弱推荐	低
专家建议30	改善脑微循环药物适用于脑微循环障碍导致呼吸驱动不足的神经重症患者 (如脑梗死合并呼吸功能障碍), 需在医师指导下使用。用药期间监测血压、凝血功能, 避免与抗凝药物联用导致出血风险增加, 同时观察呼吸频率、潮气量等指标, 以评估药物对呼吸驱动的改善效果	弱推荐	低
专家建议31	当神经重症患者病情稳定、能够配合时, 应尽早开始呼吸肌训练, 方案制订应遵循个体化原则。应规律进行训练并逐步增强训练强度, 每3~5天评定最大吸气压、最大呼气压, 据此调整训练强度	强推荐	高
专家建议32	呼吸模式训练应从低强度开始, 在患者可耐受的前提下循序渐进开展。治疗师应亲自示范, 并在患者进行呼吸训练时用触摸其腹部, 以确保其采用了有效的膈肌主导呼吸模式, 而非错误的胸式或肩胛带代偿模式。缩唇呼吸训练主要用于阻塞性肺功能障碍患者, 可与日常活动结合进行, 如行走时同步练习	强推荐	高
专家建议33	ACBT仅适用于有明确痰液潴留, 且年龄≥4岁, 呼吸频率<35次/分, 能清醒配合治疗的神经重症患者。治疗师需根据患者气道分泌物的量和部位, 个性化调整循环中各环节的重复次数和顺序。在训练过程中需密切监测患者的氧饱和度和疲劳程度	弱推荐	中
专家建议34	体位管理应作为神经重症患者常规护理的一部分。对急性呼吸窘迫综合征或肺不张患者, 建议采用俯卧位通气, 但需由训练有素的专业团队执行, 以确保安全。对于病情稳定、可耐受离床活动的患者, 可进行直立位训练, 但需防范体位性低血压	强推荐	高
专家建议35	根据神经重症患者气道分泌物的量及黏稠度选择排痰方式, 建立标准化气道廓清方案。采用多种技术进行气道廓清 (如先雾化湿化, 再体位引流, 最后手法或机械辅助咳嗽) 的效果最优。此外, 应定期评估气道廓清效果	强推荐	高
专家建议36	神经重症患者的早期活动需在专业团队严密监测及指导下进行, 安全是首要原则。制订个体化的活动计划, 从被动活动开始, 逐步过渡到主动辅助活动及主动活动。即使是最低程度的活动 (如坐起) 也有临床获益	强推荐	高
专家建议37	神经重症患者拔管前后及气管切开带管期间, 应进行吞咽功能评估与训练, 言语治疗师应尽早介入。吞咽功能是安全拔管和防止误吸的关键, 必须严格评估患者是否具备安全吞咽的能力, 以决定拔管或封管的时机	强推荐	高
专家建议38	咳嗽功能监测可预测拔管成功率, PCF应作为常规监测指标。对于咳嗽无力者, 可培训患者家属和护理人员学习手法辅助咳嗽, 以便在院内和出院后持续进行辅助排痰	强推荐	高
专家建议39	神经重症患者拔管前需进行自主呼吸试验, 遵循预先制定的标准化步骤以管理撤机过程。由呼吸治疗师主导撤机管理能提高撤机效率, 减少机械通气时间	强推荐	高
专家建议40	对于神经重症合并困难撤机的患者, 应成立MDT行专门管理。管理策略包括采用序贯撤机策略或过渡至家庭无创通气, 必要时可植入膈肌起搏器。对于神经损伤导致的中枢性低通气或膈肌麻痹, 应积极评估膈肌起搏器植入的可能性	弱推荐	中
专家建议41	对于神经重症合并ICU后综合征的患者, 需进行焦虑与抑郁管理。并将心理评估纳入日常查房内容。早期活动、充分沟通、保证睡眠周期是预防和减轻心理问题的重要非药物措施	强推荐	中
专家建议42	对于神经重症患者, 应在恢复期及时启动肠内营养, 与营养师共同制订个体化方案。定期监测营养指标 (如前白蛋白、白蛋白水平等), 动态调整营养计划。注意观察喂养耐受性, 防止误吸	强推荐	高

注: ICP——颅内压; CPP——脑灌注压; MAP——平均动脉压; ICU——重症监护病房; VAP——呼吸机相关性肺炎; ACBT——主动呼吸循环技术; PCF——咳嗽峰值流量。

表16 康复管理与长期照护的推荐意见

Table 16 Recommendations for rehabilitation management and long-term care

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议43	推荐建立涵盖重症、呼吸、神经康复等专业的MDT协作模式。对ICU患者及特殊病例尽快行MDT协作诊疗,急性期24~48 h内启动评估	弱推荐	中
专家建议44	神经重症患者的早期康复应在生命体征稳定后24~48 h内尽快启动,分阶段进行床上、坐位、站立/行走训练,并结合呼吸训练。训练过程中需注意监测各项安全指标,出现异常应立即暂停训练	强推荐	高
专家建议45	神经重症患者的营养支持应个体化、分阶段实施,急性期尽早启动肠内营养,恢复期应优化蛋白质与能量比例,避免过度喂养	强推荐	高

注:MDT——多学科团队;ICU——重症监护病房。

表17 特殊神经系统疾病患者呼吸管理的推荐意见

Table 17 Recommendations for respiratory management in patients with special neurological diseases

专家建议编号	推荐意见	推荐强度	证据质量
专家建议46	中高位脊髓损伤的神经重症患者总体预后不佳,其呼吸管理核心为通气支持与膈肌功能保护,应早期评估膈神经功能,对符合条件的患者,推荐进行膈肌起搏治疗	强推荐	中
专家建议47	脑干病变患者的呼吸管理核心为呼吸节律调控与气道保护,需严密监测呼吸节律与气道保护功能,必要时行有创通气,以控制呼吸节律、保证通气量并提供气道保护;同时行胃造口术,以实现安全肠内营养并降低反流误吸风险	弱推荐	中
专家建议48	对于神经重症中吉兰-巴雷综合征与重症肌无力患者,需动态监测呼吸功能,及时进行静脉注射免疫球蛋白治疗以调节免疫或进行血浆置换以清除致病性抗体。呼吸支持首选无创通气,无效时及时进行气管插管以建立人工气道,保障通气并做好气道保护	强推荐	高
专家建议49	对于神经重症中的颅脑损伤与脑出血患者,需注意通气与ICP管理,平衡两者的相互影响,建议将PaCO ₂ 控制在35~38 mmHg,避免过度通气	强推荐	高

注:1 mmHg=0.133 kPa。ICP——颅内压;PaCO₂——动脉血二氧化碳分压。

9 展望

9.1 新技术应用

人工智能和大数据技术在医疗领域的应用日益广泛,在呼吸功能评估和预测方面也有着巨大潜力。开发模型用于预测机械通气撤机的成功率和时机,而模型中纳入的与呼吸相关的部分参数指标被认为在治疗重症患者中发挥着重要作用。这种可解释的人工智能模型还可减少医师对撤机决策过程不透明的担忧^[88]。此外,目前已出现的基于神经网络的学习模型,其采用的识别分类方法可将呼吸模式识别率从3%提高到13.5%^[89]。

9.2 精准神经调控

迷走神经为肺/气道到大脑的主要感觉通路,可调控肺功能并调节呼吸(包括正常呼吸和呼吸防御机制),并提供从肺部到大脑的感

觉反馈。非侵入性耳部迷走神经刺激可增强副交感神经活性,恢复交感-迷走神经平衡,改善肺血管张力,减轻肺水肿,具有显著的呼吸功能重建潜力。该治疗安全性高、操作简便,可作为辅助或替代治疗手段,减少患者对机械通气的依赖,降低病死率^[90]。

9.3 长期预后与生活质量研究

随着医疗技术的进步,呼吸功能重建和机械通气撤机成功率的提高,神经重症患者的生存期显著延长。然而,撤机成功并不等同于功能完全恢复,许多患者撤机后仍面临一系列长期生理与心理挑战。因此,关注患者的长期预后与生活质量已成为临床研究的重要方向。未来研究应注重多中心、大样本的长期随访,建立前瞻性队列,构建预测模型以识别高风险人群,并开展针对性干预研究,以全面提升患者



的长期生存质量。

本共识系统梳理了神经重症患者呼吸功能重建的现有证据,但仍有多个关键问题亟待探索。人工智能整合多模态指标用于撤机预测,尚需前瞻性研究验证其临床可靠性。经颅磁刺激、膈神经电刺激等神经调控技术的最佳参数及长期疗效有待多中心随机对照试验明确。脑-肺轴交互机制的深入解析可能发现新的干预靶点。此外,从院内到家庭的连续性照护模式,包括可穿戴监测与远程康复,应成为未来研究的重点方向,以切实改善患者的远期生存质量。

撰写组成员

武亮 北京大学首钢医院
黄怀 中国人民解放军南部战区总医院
喻鹏铭 四川大学华西医院
江山 中日友好医院
谢瑛 首都医科大学附属北京友谊医院
张艳明 首都医科大学宣武医院
倪隽 福建医科大学附属第一医院
苏国栋 中国康复研究中心
(北京博爱医院)

专家组成员 (按姓氏拼音排序)

蔡国锋 黑龙江中医药大学附属第二医院
哈南分院
陈和禾 金华市中心医院
符春生 韶关市第二人民医院
国荣 北京小汤山医院
胡安明 首都医科大学附属北京天坛医院
黄立锋 首都医科大学附属北京朝阳医院
姜宏英 首都医科大学附属北京康复医院
靳沙沙 北京小汤山医院
李涛 北京大学人民医院
刘颖 中国医学科学院北京协和医院
刘志燕 西北大学附属医院
(西安市第三医院)
卢年芳 北京电力医院

倪莹莹 广东药科大学附属第一医院崇爱
康复医院
万春晓 天津医科大学总医院
王文丽 昆明医科大学第二附属医院
吴霜 贵州医科大学附属医院
武俊英 山西医科大学第一医院
杨德刚 中国康复研究中心
(北京博爱医院)
袁晓峰 中山大学附属第三医院岭南医院
张卉 北京小汤山医院
张洁 西安交通大学第二附属医院
张立强 北京市丰台康复医院
张兆国 北京清华长庚医院
朱黎明 湖南省人民医院
朱应群 长沙市第三医院

秘书组成员 (按姓氏拼音排序)

蔡苗苗 北京大学首钢医院
蔡闾暄 北京大学首钢医院
付艳鑫 北京大学首钢医院
祁婧曼 北京大学首钢医院
唐竟凯 北京大学首钢医院
王骁 北京大学首钢医院
王一冰 北京大学首钢医院
项奥梦 北京大学首钢医院
杨赵天悦 北京大学首钢医院
张华 北京大学首钢医院
张一唯 北京大学首钢医院
赵若璇 北京大学首钢医院

作者贡献 确定共识的总体思路,负责计划、执行的管理与协调,对研究工作全面负责,并筹措、提供研究资金;对共识的科学性、严谨性及临床适用性进行最终审定(撰写组、专家组);负责数据获取、分析与解释,起草、撰写及修改共识(撰写组);参与共识制订过程中的讨论及内容确认(撰写组、专家组、秘书组)。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] ROBBA C, POOLE D, MCNETT M, et al. Mechanical ventilation in patients with acute brain injury: recommendations of the European Society

- of Intensive Care Medicine consensus[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46 (12) : 2397-2410.
- [2] MEYFROIDT G, BAGULEY I J, MENON D K. Paroxysmal sympathetic hyperactivity: the storm after acute brain injury[J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16 (9) : 721-729.
- [3] SEKHON M S, AINSLIE P N, GRIESDALE D E. Clinical pathophysiology of hypoxic ischemic brain injury after cardiac arrest: a “two-hit” model[J/OL]. *Crit Care*, 2017, 21 (1) : 90[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1670-9>.
- [4] GUYATT G, OXMAN A D, AKL E, 等. GRADE指南: 1. 导论——GRADE证据概要表和结果总结表[J]. *中国循证医学杂志*, 2011, 11 (4) : 437-445. GUYATT G, OXMAN A D, AKL E, et al. GRADE guidelines: 1. introduction to GRADE evidence profiles and summary of findings tables[J]. *Chin J Evid-based Med*, 2011, 11 (4) : 437-445.
- [5] WEN J X, CHEN J, CHANG J B, et al. Pulmonary complications and respiratory management in neurocritical care: a narrative review[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135 (7) : 779-789.
- [6] THEODORE J, ROBIN E D. Pathogenesis of neurogenic pulmonary oedema[J]. *Lancet*, 1975, 2 (7938) : 749-751.
- [7] MROZEK S, GOBIN J, CONSTANTIN J M, et al. Crosstalk between brain, lung and heart in critical care[J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2020, 39 (4) : 519-530.
- [8] HAN D W. Brain and lung: dangerous crosstalk[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2017, 70 (2) : 116-117.
- [9] SCHOLZ M, CINATL J, SCHÄDEL-HÖPFNER M, et al. Neutrophils and the blood-brain barrier dysfunction after trauma[J]. *Med Res Rev*, 2007, 27 (3) : 401-416.
- [10] MCKEATING E G, ANDREWS P J, SIGNORINI D F, et al. Transcranial cytokine gradients in patients requiring intensive care after acute brain injury[J]. *Br J Anaesth*, 1997, 78 (5) : 520-523.
- [11] LÓPEZ-AGUILAR J, VILLAGRÁ A, BERNABÉ F, et al. Massive brain injury enhances lung damage in an isolated lung model of ventilator-induced lung injury[J]. *Crit Care Med*, 2005, 33 (5) : 1077-1083.
- [12] MASCIA L, D’ALBO R, CAVALLI I, et al. Organ crosstalk: brain-lung interaction[J/OL]. *Front Med (Lausanne)*, 2025, 12: 1655813[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1655813>.
- [13] YU X, XIAO H, LIU Y S, et al. The lung-brain axis in chronic obstructive pulmonary disease-associated neurocognitive dysfunction: mechanistic insights and potential therapeutic options[J]. *Int J Biol Sci*, 2025, 21 (8) : 3461-3477.
- [14] REITH F C, VAN DEN BRANDE R, SYNNOT A, et al. The reliability of the Glasgow coma scale: a systematic review[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42 (1) : 3-15.
- [15] FISCHER M, RÜEGG S, CZAPLINSKI A, et al. Inter-rater reliability of the full outline of unresponsiveness score and the Glasgow coma scale in critically ill patients: a prospective observational study[J/OL]. *Crit Care*, 2010, 14 (2) : R64[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/cc8963>.
- [16] SUMM O, HASSANPOUR N, MATHYS C, et al. Disordered breathing in severe cerebral illness—towards a conceptual framework[J/OL]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2022, 300: 103869[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2022.103869>.
- [17] GUYENET P G, STORNETTA R L, SOUZA G M P R, et al. The retrotrapezoid nucleus: central chemoreceptor and regulator of breathing automaticity[J]. *Trends Neurosci*, 2019, 42 (11) : 807-824.
- [18] SUNJAYA A, POULOS L, REDDEL H, et al. Qualitative validation of the modified Medical Research Council (mMRC) dyspnoea scale as a patient-reported measure of breathlessness severity[J/OL]. *Respir Med*, 2022, 203: 106984[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106984>.
- [19] MEEK P M, LAREAU S C, HU J. Are self-reports of breathing effort and breathing distress stable and valid measures among persons with asthma, persons with COPD, and healthy persons? [J]. *Heart Lung*, 2003, 32 (5) : 335-346.
- [20] GOLIGHER E C, LAGHI F, DETSKY M E, et al. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity[J]. *Intensive Care Med*, 2015, 41 (4) : 642-649.
- [21] TSENG H J, HENRY T S, VEERARAGHAVAN S, et al. Pulmonary function tests for the radiologist[J]. *Radiographics*, 2017, 37 (4) : 1037-1058.
- [22] 周婷, 王红星. 膈肌功能神经电生理评定的应用进展[J]. *中国康复*, 2018, 33 (5) : 513-516. ZHOU T, WANG H X. Recent advances in the application of neurophysiological assessment of diaphragm function and phrenic nerve electrophysiology[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation*, 2018, 33 (5) : 513-516.
- [23] HUTTEN G J, VAN THUIJL H F, VAN BELLEGEM A C M, et al. A literature review of the methodology of EMG recordings of the diaphragm[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2010, 20 (2) : 185-190.



- [24] 李丹, 刘芳, 王娟, 等. 咳嗽峰值流速检测在脑卒中患者呼吸康复中的应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39 (10) : 1548-1553.
- LI D, LIU F, WANG J, et al. Recent advances in the application of peak cough flow measurement in respiratory rehabilitation for stroke patients[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2024, 39 (10) : 1548-1553.
- [25] STANOJEVIC S, KAMINSKY D A, MILLER M R, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests[J/OL]. Eur Respir J, 2022, 60 (1) : 2101499[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>.
- [26] GEORGOPOULOS D, PRINIANAKIS G, KONDILI E. Bedside waveforms interpretation as a tool to identify patient-ventilator asynchronies[J]. Intensive Care Med, 2006, 32 (1) : 34-47.
- [27] WAGNER P D. The physiological basis of pulmonary gas exchange: implications for clinical interpretation of arterial blood gases[J]. Eur Respir J, 2015, 45 (1) : 227-243.
- [28] PARADA-GEREDA H M, TIBADUIZA A L, RICO-MENDOZA A, et al. Effectiveness of diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful weaning from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. Crit Care, 2023, 27 (1) : 174[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04430-9>.
- [29] KULNIK S T, BIRRING S S, HODSOLL J, et al. Higher cough flow is associated with lower risk of pneumonia in acute stroke[J]. Thorax, 2016, 71 (5) : 474-475.
- [30] FADAI A, AMINI S S, BAGHERI B, et al. Assessment of rapid shallow breathing index as a predictor for weaning in respiratory care unit[J]. Tanaffos, 2012, 11 (3) : 28-31.
- [31] EGODAGE T, PATEL P P. Updates in traumatic brain injury management: brain oxygenation, middle meningeal artery embolization and new protocols[J/OL]. Trauma Surg Acute Care Open, 2024, 9 (Suppl 2) : e001382[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2024-001382>.
- [32] SANKHYAN N, VYKUNTA RAJU K N, SHARMA S, et al. Management of raised intracranial pressure[J]. Indian J Pediatr, 2010, 77 (12) : 1409-1416.
- [33] HIRZALLAH M I, CHOI H A. The monitoring of brain edema and intracranial hypertension[J]. J Neurocrit Care, 2016, 9 (2) : 92-104.
- [34] HADDAD S H, ARABI Y M. Critical care management of severe traumatic brain injury in adults[J/OL]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2012, 20 : 12[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-20-12>.
- [35] STOCKER R A. Intensive care in traumatic brain injury including multi-modal monitoring and neuroprotection[J/OL]. Med Sci (Basel), 2019, 7 (3) : 37[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/medsci7030037>.
- [36] JO K W. Target temperature management in traumatic brain injury with a focus on adverse events, recognition, and prevention[J]. Acute Crit Care, 2022, 37 (4) : 483-490.
- [37] 李双玲, 王东信, 杨拔贤. 重症加强治疗病房成人患者浅镇静治疗进展[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (1) : 89-93.
- LI S L, WANG D X, YANG B X. The progress of light sedation for critically ill adult patients in intensive care unit[J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (1) : 89-93.
- [38] AYGENCEL G, KEMALOĞLU Y K. Tracheostomy applications in critically-ill COVID-19 patients[J]. Journal of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery, 2020, 28 (2) : 84-89.
- [39] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 人工气道气囊的管理专家共识(草案)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37 (11) : 816-819.
- Respiratory Care Group of Chinese Thoracic Society. Expert consensus on the management of artificial airway cuffs (draft) [J]. Chin J Tuberc Respir Dis, 2014, 37 (11) : 816-819.
- [40] 詹梦梅, 王建宁, 周松, 等. 间歇声门下吸引预防ICU患者呼吸机相关性肺炎的meta分析[J]. 中国护理管理, 2018, 18 (2) : 206-213.
- ZHAN M M, WANG J N, ZHOU S, et al. Influence of intermittent subglottic secretion drainage on ventilator-associated pneumonia prevention in ICU patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Chinese Nursing Management, 2018, 18 (2) : 206-213.
- [41] 麦尔哈巴·艾尔肯, 王纯洁, 张毅. 俯卧位手术肺保护性通气策略应用[J]. 临床医学进展, 2023, 13 (11) : 18007-18013.
- MAIERHABA-AIERKEN, WANG C J, ZHANG Y. Application of lung protective ventilation strategy in prone position surgery[J]. Advances in Clinical Medicine, 2023, 13 (11) : 18007-18013.
- [42] GATTINONI L, COLLINO F, MAIOLO G, et al. Positive end-expiratory pressure: how to set it at the individual level[J/OL]. Ann Transl Med, 2017, 5 (14) : 288[2026-03-15]. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.06.64>.

- [43] JEONG J H. Brain and lung; lung injury in patients with brain injury[J]. *J Neurocrit Care*, 2017, 10 (1) : 1-6.
- [44] 腾香芹, 柳胜安, 李青, 等. 允许性高碳酸血症对腹腔镜胆囊切除术老年患者颈动脉血流和早期认知功能的影响[J]. *生物医学工程与临床*, 2024, 28 (5) : 673-682.
- TENG X Q, LIU S A, LI Q, et al. Effect of permissive hypercapnia on carotid artery blood flow and early cognitive function in elderly patients under-going laparoscopic cholecystectomy[J]. *BME & Clin Med*, 2024, 28 (5) : 673-682.
- [45] SCHMIDT M, KINDLER F, CECCHINI J, et al. Neurally adjusted ventilatory assist and proportional assist ventilation both improve patient-ventilator interaction[J/OL]. *Crit Care*, 2015, 19 (1) : 56[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0763-6>.
- [46] VERBRUGGHE W, JORENS P G. Neurally adjusted ventilatory assist; a ventilation tool or a ventilation toy? [J]. *Respir Care*, 2011, 56 (3) : 327-335.
- [47] BRANDER L, LEONG-POI H, BECK J, et al. Titration and implementation of neurally adjusted ventilatory assist in critically ill patients[J]. *Chest*, 2009, 135 (3) : 695-703.
- [48] DE OLIVEIRA B, ALJABERI N, TAHA A, et al. Patient-ventilator dyssynchrony in critically ill patients[J/OL]. *J Clin Med*, 2021, 10 (19) : 4550[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/jcm10194550>.
- [49] GOLIGHER E C, JONKMAN A H, DIANTI J, et al. Clinical strategies for implementing lung and diaphragm-protective ventilation; avoiding insufficient and excessive effort[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46 (12) : 2314-2326.
- [50] YOO S D, PARK E J. Assessing the effect of transcranial magnetic stimulation on peak cough flow in patients with supratentorial cerebral infarction; a retrospective cohort study[J/OL]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102 (17) : e33689[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033689>.
- [51] REATO D, SALVADOR R, BIKSON M, et al. Principles of transcranial direct current stimulation (tDCS) : introduction to the biophysics of tDCS[M]// KNOTKOVA H, NITSCHKE M A, BIKSON M, et al. Practical guide to transcranial direct current stimulation; principles, procedures and applications. Cham: Springer, 2019: 45-80.
- [52] THAIR H, HOLLOWAY A L, NEWPORT R, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) : a beginner's guide for design and implementation[J/OL]. *Front Neurosci*, 2017, 11: 641[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00641>.
- [53] WIJKSTRA P J, VAN DER AA H, HOFKER H S, et al. Diaphragm pacing in patients with spinal cord injury; a European experience[J]. *Respiration*, 2022, 101 (1) : 18-24.
- [54] CAVKA K, FULLER D D, TONUZI G, et al. Diaphragm pacing and a model for respiratory rehabilitation after spinal cord injury[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2021, 45 (3) : 235-242.
- [55] 杨元依, 王瑞明. 中西医结合治疗缺血性卒中后认知障碍研究进展[J]. *光明中医*, 2025, 40 (17) : 3849-3852.
- YANG Y Y, WANG R M. Research progress on integrated traditional Chinese and western medicine in the treatment of post-stroke cognitive impairment after ischemic stroke[J]. *Guangming Journal of Chinese Medicine*, 2025, 40 (17) : 3849-3852.
- [56] EL NAGGAR T E, OBAYA H E, ISMAIL A, et al. Inspiratory muscle training prevents diaphragmatic atrophy in mechanically ventilated COVID-19 patients[J]. *International Journal of Medical Arts*, 2021, 3 (4) : 1761-1771.
- [57] 艾姚含, 李鸣, 杜军, 等. 呼吸康复训练对病毒感染后肺炎患者的疗效评估[J]. *结核与肺部疾病杂志*, 2024, 5 (S) : 38-41.
- AI Y H, LI M, DU J, et al. Efficacy evaluation of respiratory rehabilitation training in patients with post-viral pneumonia[J]. *J Tuberc Lung Dis*, 2024, 5 (S) : 38-41.
- [58] 郑艳文, 邬海燕, 朱旭, 等. 缩唇-腹式呼吸训练联合持续气道正压通气对肥胖低通气综合征患者的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38 (5) : 625-630, 637.
- ZHENG Y W, WU H Y, ZHU X, et al. The effect of lip reduction-abdominal breathing training combined with continuous positive airway pressure in patients with obesity hypopnea syndrome[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2023, 38 (5) : 625-630, 637.
- [59] GRILLO L J F, HOUSLEY G M, GANGADHARAN S, et al. Physiotherapy for large airway collapse; an ABC approach[J/OL]. *ERJ Open Res*, 2022, 8 (1) : 00510-2021[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1183/23120541.00510-2021>.
- [60] GRIFFITHS M J D, MCAULEY D F, PERKINS G D, et al. Guidelines on the management of acute respiratory distress syndrome[J/OL]. *BMJ Open Respir Res*, 2019, 6 (1) : e000420[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2019-000420>.
- [61] CHATWIN M, WAKEMAN R H. Mechanical insufflation-exsufflation; considerations for



- improving clinical practice[J/OL]. *J Clin Med*, 2023, 12 (7) : 2626[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/jcm12072626>.
- [62] DZIEWAS R, WARNECKE T, LABEIT B, et al. Decannulation ahead; a comprehensive diagnostic and therapeutic framework for tracheotomized neurological patients[J/OL]. *Neurol Res Pract*, 2025, 7 (1) : 18[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1186/s42466-025-00376-1>.
- [63] LADEIRA M T, VITAL F M R, ANDRIOLO R B, et al. Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults[J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014 (5) : CD006056[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006056.pub2>.
- [64] ATAYA A, SILVERMAN E P, BAGCHI A, et al. Temporary transvenous diaphragmatic neurostimulation in prolonged mechanically ventilated patients; a feasibility trial (RESCUE 1) [J/OL]. *Crit Care Explor*, 2020, 2 (4) : e0106[2026-03-15]. <https://doi.org/10.1097/CCE.000000000000106>.
- [65] KAMPELMACHER M J. Moving from inpatient to outpatient or home initiation of non-invasive home mechanical ventilation[J/OL]. *J Clin Med*, 2023, 12 (8) : 2981[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/jcm12082981>.
- [66] 有创-无创序贯机械通气多中心研究协作组. 以肺部感染控制窗为切换点行有创与无创序贯机械通气治疗慢性阻塞性肺疾病所致严重呼吸衰竭的随机对照研究[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2006, 29 (1) : 14-18. Collaborating Research Group for Sequential Invasive to Noninvasive Ventilation. Application of pulmonary infection control window as switching point for sequential invasive to noninvasive ventilation in treatment of severe respiratory failure of chronic obstructive pulmonary disease; a randomized controlled study[J]. *Chin J Tuberc Respir Dis*, 2006, 29 (1) : 14-18.
- [67] SKRAJNOWSKA D, BRUMER M, KANKOWSKA S, et al. COVID 19: diet composition and health [J/OL]. *Nutrients*, 2021, 13 (9) : 2980[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/nu13092980>.
- [68] ESNAULT P, NGUYEN C, BORDES J, et al. Early-onset ventilator-associated pneumonia in patients with severe traumatic brain injury: incidence, risk factors, and consequences in cerebral oxygenation and outcome[J]. *Neurocrit Care*, 2017, 27 (2) : 187-198.
- [69] 冉泽超, 王渝强, 贺思宇, 等. 华西医院心脏瓣膜病全生命周期管理模式应用初步成效的回顾性队列研究[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2025, 32 (7) : 968-976.
- RAN Z C, WANG Y Q, HE S Y, et al. Preliminary effectiveness of the whole-life cycle management model for valvular heart disease at West China hospital; a retrospective cohort study[J]. *Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2025, 32 (7) : 968-976.
- [70] 郭清. 中国健康服务业发展报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
- GUO Q. Report on the development of China's health service industry[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023.
- [71] 陆晓, 蒋灵军, 戎荣. 心肺功能障碍的康复治疗进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38 (10) : 1329-1335.
- LU X, JIANG L J, RONG R. Advances in rehabilitation treatment of cardiopulmonary dysfunction[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2023, 38 (10) : 1329-1335.
- [72] 中国老年医学学会, 国家老年疾病临床医学研究中心(解放军总医院), 解放军老年医学专业委员会, 等. 感染诱发的老年多器官功能障碍综合征诊断与治疗中国指南2024[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2024, 23 (12) : 881-922.
- Chinese Geriatrics Society, National Clinical Research Center for Geriatric Diseases (Chinese PLA General Hospital), Geriatrics Committee of the PLA, et al. Chinese guideline for the diagnosis and treatment of infection-induced multiple organ dysfunction syndrome in the elderly 2024[J]. *Chin J Mult Organ Dis Elderly*, 2024, 23 (12) : 881-922.
- [73] SINGER P, BLASER A R, BERGER M M, et al. ESPEN practical and partially revised guideline: clinical nutrition in the intensive care unit[J]. *Clin Nutr*, 2023, 42 (9) : 1671-1689.
- [74] 高丽娟, 龚海燕, 林芳, 等. 俯卧位通气患者肠内营养中断预防及管理的最佳证据总结[J]. *重庆医学*, 2025, 54 (12) : 2870-2876.
- GAO L J, GONG H Y, LIN F, et al. Best evidence summary for prevention and management of enteral nutritional interruption in prone position ventilation patient[J]. *Chongqing Medical Journal*, 2025, 54 (12) : 2870-2876.
- [75] MCCLAVE S A, TAYLOR B E, MARTINDALE R G, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40 (2) : 159-211.
- [76] 张晓青, 杨辉. 肠内与肠外营养的博弈与协同: 神经外科重症病人营养支持策略再审视[J]. *肠外与肠内营养*, 2025, 32 (3) : 135-141.
- ZHANG X Q, YANG H. Game and synergy between enteral and parenteral nutrition; a reexamination



- of nutritional support strategies for critically ill neurosurgical patients[J]. *Parenteral & Enteral Nutrition*, 2025, 32 (3) : 135-141.
- [77] BRAY G A, SMITH S R, DE JONGE L, et al. Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2012, 307 (1) : 47-55.
- [78] 中国残疾人康复协会神经康复专业委员会, 中国康复研究中心. 神经重症气管切开患者气道功能康复与管理专家共识 (2024) [J]. *中国康复理论与实践*, 2024, 30 (8) : 869-881.
- Committee of Neurological Rehabilitation, China Association of Rehabilitation of Disabled Persons, China Rehabilitation Research Center. Expert consensus on rehabilitation and management of airway function for neurocritical patients with tracheotomy (2024) [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2024, 30 (8) : 869-881.
- [79] 郭蓉霞, 唐敏, 王正春, 等. 感觉刺激在阿尔茨海默病干预中的应用[J]. *生物化学与生物物理进展*, 2023, 50 (10) : 2325-2335.
- GUO R X, TANG M, WANG Z C, et al. The application of sensory stimulation in the intervention of Alzheimer's disease[J]. *Prog Biochem Biophys*, 2023, 50 (10) : 2325-2335.
- [80] 李正欢, 张晓云, 陈杨, 等. 基于2021年GOLD《COPD诊断、治疗与预防全球策略》解析慢性阻塞性肺疾病稳定期非药物管理策略[J]. *中国全科医学*, 2022, 25 (2) : 131-138.
- LI Z H, ZHANG X Y, CHEN Y, et al. Analysis of non-pharmacological management strategies for stable chronic obstructive pulmonary disease based on 2021 GOLD's global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25 (2) : 131-138.
- [81] 杨佳鑫, 刘玉璞, 孟丽丽, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停诊治中心多导睡眠监测受试者十年临床特征变化: 基于大样本专病数据库的资料分析[J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2023, 30 (12) : 794-799.
- YANG J X, LIU Y P, MENG L L, et al. Ten-year changes in clinical features of patients monitored by polysomnography in OSA diagnosis and treatment centers: data analysis based on a large sample disease database[J]. *Chin Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 30 (12) : 794-799.
- [82] SHAHRIZAILA N, LEHMANN H C, KUWABARA S. Guillain-Barré syndrome[J]. *Lancet*, 2021, 397 (10280) : 1214-1228.
- [83] 中国免疫学会神经免疫分会. 静脉注射人免疫球蛋白治疗神经系统免疫疾病中国指南[J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2022, 29 (6) : 437-448.
- Neuroimmunology Branch of the Chinese Association for Immunology. Chinese guideline for the treatment of neuroimmunological diseases with intravenous immunoglobulin[J]. *Chin J Neuroimmunol & Neurol*, 2022, 29 (6) : 437-448.
- [84] RAMDHARRY G M, DAY B L, REILLY M M, et al. Foot drop splints improve proximal as well as distal leg control during gait in Charcot-Marie-Tooth disease[J]. *Muscle Nerve*, 2012, 46 (4) : 512-519.
- [85] CARNEY N, TOTTEN A M, O' REILLY C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition[J]. *Neurosurgery*, 2017, 80 (1) : 6-15.
- [86] 中华医学会外科学分会, 中华医学会麻醉学分会. 中国加速康复外科临床实践指南 (2021版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2021, 41 (9) : 961-992.
- Chinese Society of Surgery, Chinese Society of Anesthesiology. Clinical practice guidelines for enhanced recovery after surgery in China (2021 edition) [J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2021, 41 (9) : 961-992.
- [87] 中华医学会重症医学分会. 中国重症加强治疗病房患者镇痛和镇静治疗指导意见 (2006) [J]. *中华外科杂志*, 2006, 44 (17) : 1158-1166.
- Society of Critical Care Medicine, Chinese Medical Association. Guideline for analgesia and sedation for patients in intensive care unit, China (2006) [J]. *Chin J Surg*, 2006, 44 (17) : 1158-1166.
- [88] STIVI T, PADAWER D, DIRINI N, et al. Using artificial intelligence to predict mechanical ventilation weaning success in patients with respiratory failure, including those with acute respiratory distress syndrome[J/OL]. *J Clin Med*, 2024, 13 (5) : 1505[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/jcm13051505>.
- [89] KIM S H, GEEM Z W, HAN G T. A novel human respiration pattern recognition using signals of ultra-wideband radar sensor[J/OL]. *Sensors (Basel)*, 2019, 19 (15) : 3340[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3390/s19153340>.
- [90] KANIUSAS E, SZELES J C, KAMPUSCH S, et al. Non-invasive auricular vagus nerve stimulation as a potential treatment for COVID19-originated acute respiratory distress syndrome[J/OL]. *Front Physiol*, 2020, 11: 890[2026-03-15]. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00890>.

收稿日期: 2026-03-02

修回日期: 2026-05-15

本文编辑: 栾璟煜, 刘芳