

## · 专家论坛 ·

## 本文亮点:

- (1) 以新的视角阐述了烧伤相关肺损伤的呼吸治疗,如气道管理、机械通气、物理治疗、雾化吸入、体位治疗以及肺康复的主要理念和措施,提供了新近循证证据,强调了呼吸治疗在烧伤整体诊疗中的重要价值和作用。
- (2) 指出目前烧伤相关肺损伤呼吸治疗的不足甚至欠缺,在阐述具体呼吸治疗方法的同时呼吁针对上述不足和欠缺多开展临床前瞻性研究,以建立烧伤相关肺损伤呼吸治疗的科学规范。

## Highlights:

- (1) From a new perspective, the main concepts and measures of respiratory therapy for burn-related lung injury, such as airway management, mechanical ventilation, physical therapy, nebulization, positioning therapy, and pulmonary rehabilitation were reviewed, providing recent evidence-based evidence and emphasizing the important value and role of respiratory therapy in the overall diagnosis and treatment of burns.
- (2) We identified the current deficiencies or even lacks of respiratory therapy for burn-related lung injury. While elaborating specific respiratory therapy methods, we called for more prospective clinical studies on the above deficiencies and lacks to establish scientific standards for respiratory therapy for burn-related lung injury.



## 烧伤相关肺损伤的呼吸治疗任重道远

朱峰<sup>1</sup> 郭光华<sup>2</sup>

<sup>1</sup>同济大学附属东方医院重症医学科,上海 200120;<sup>2</sup>南昌大学第一附属医院烧伤整形与创面修复医学中心,南昌 330006

通信作者:郭光华,Email:guogh2000@hotmail.com

**【摘要】** 烧伤后常伴有呼吸道损伤和肺损伤,严重影响该类患者的预后与治疗效果。呼吸治疗指在专业医师指导、协作下,对心肺功能不全或异常患者给予预防、评价、诊断、治疗、管理和照顾,是急性呼吸窘迫综合征治疗中的重要组成部分,也逐步应用于烧伤相关肺损伤。呼吸治疗涵盖了疾病的防与治,与烧伤创面修复、整体康复互动,需要从业者更多地关注、研究和实践。该文在国内外呼吸治疗技术快速发展和烧伤相关肺损伤研究与实践相对有限的背景下,试图从多层面阐述和分析实施烧伤相关肺损伤呼吸治疗的意义、具体措施和不足之处,旨在鼓励更多从业者深入学习和参与,通过积累和总结,达到科学、规范实施烧伤相关肺损伤呼吸治疗的目的。

**【关键词】** 烧伤,吸入性; 肺损伤; 呼吸治疗

基金项目:国家重点研发计划(2019YFA0110601)

**Respiratory care for burn-related lung injury--shoulder heavy responsibilities, and a long way to go**Zhu Feng<sup>1</sup>, Guo Guanghua<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, Shanghai East Hospital, School of Medicine, Tongji University, Shanghai, 200120, China; <sup>2</sup>Medical Center of Burn Plastic and Wound Repair, the First Affiliated Hospital, Jiangxi Medical College, Nanchang University, Nanchang 330006, China

Corresponding author: Guo Guanghua, Email: guogh2000@hotmail.com

**【Abstract】** Burns is often accompanied by respiratory tract and lung injuries, which seriously affects

DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240802-00291

本文引用格式:朱峰,郭光华.烧伤相关肺损伤的呼吸治疗任重道远[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(11):1-8. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240802-00291.

Zhu Feng, Guo Guanghua. Respiratory care for burn-related lung injury--shoulder heavy responsibilities, and a long way to go[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(11): 1-8. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240802-00291.



the prognosis and treatment effect of such patients. Respiratory therapy refers to the prevention, evaluation, diagnosis, treatment, management, and care of patients with cardiopulmonary insufficiency or abnormalities under the guidance and cooperation of professional doctors, which is an important part of acute respiratory distress syndrome treatment, and also gradually applied in burn-related lung injuries. Respiratory therapy covers prevention and treatment, and interacts with burn wound repair and overall rehabilitation, which requires more attention, research, and practice from practitioners. This paper, under the background of the rapid development of respiratory therapy and the relatively limited burn related lung injury research and practice, tries to elaborate and analyze the significance of respiratory therapy for burn related lung injury, specific measures, and shortcomings, aiming to encourage more practitioners to study and participation, through accumulation and summary, to achieve the purpose of scientific and standardized implementation of respiratory care for burn-related lung injury.

**【Key words】** Burns; Lung injury; Respiratory care; Inhalation injury

**Fund program:** National Key Research and Development Program (2019YFA0110601)

烧伤是一个全球性的健康问题,世界卫生组织估计在全世界范围与烧伤有关的死亡人数每年有 18 万人,烧伤主要发生在家庭火灾和工作场所事故中<sup>[1]</sup>。烧伤常见的呼吸道相关损伤主要包括以吸入热气和烟雾引起的吸入性损伤(inhalation injury, INI)、肺爆震伤等为代表的原发性呼吸系统损伤,同时还涉及肺外源性肺损伤(创面感染、电烧伤、围手术期相关肺损伤等继发的肺损伤)<sup>[2]</sup>。呼吸治疗指在专业医师指导、协作下,对心肺功能不全或异常患者给予预防、评价、诊断、治疗、管理和照顾,是 ARDS 治疗中的重要组成部分<sup>[3]</sup>,也逐步应用于烧伤相关肺损伤。呼吸治疗涵盖了疾病的防与治,与烧伤创面修复、整体康复互动,影响这类患者的治疗效果与预后,需要从业者更多地关注、研究和实践。

## 1 呼吸治疗的快速发展

呼吸治疗的工作内容主要是通过人工气道建立与管理、机械通气模式与参数调节、胸部物理治疗、康复期/家庭治疗以及健康宣传教育等,最终达到改善患者呼吸功能、维持机体氧供需平衡、改善预后、提高生存质量的目的,其核心是心肺功能的支持和康复<sup>[4]</sup>。

随着人口老龄化、环境恶化及心肺病患者数越来越多,大量涌现的新的诊断与治疗技术亟须更多受到良好训练、高度熟练的专业医师来掌握与使用。美国在 20 世纪中期就成立了专门的呼吸治疗机构。呼吸治疗最早起源于美国(1947 年、芝加哥),经过半个多世纪的发展,美国在呼吸治疗的学科建设、教育培训、执业体制等方面的发展都已较为完善,相应组织现已更名为美国呼吸治疗协会(American Association of Respiratory Care, AARC)<sup>[5]</sup>。美国胸科医师学会、美国麻醉医师学会和美国胸科学会是 AARC 的坚定支持者。目前, AARC 在呼吸治疗全球化方面发挥了巨大的作用。

国内的呼吸治疗起步较晚,相关软硬件发展较慢。1997 年四川大学华西医院开设了第 1 个呼吸治疗理学学士学位课程<sup>[6]</sup>。2010 年,中国仅有 200 名呼吸治疗师(respiratory therapist, RT)和 9 名 AARC 国际研究员<sup>[7]</sup>。目前国内大部分呼吸治疗工作,如呼吸机操作、机械通气撤离、气道管理、管路更换及呼吸机检测与维护等由医师、护士以及工程技术人员共同完成,但各单位的具体分工尚不统一。此外,国内呼吸支持相关配套资源和技术相对缺乏,对呼吸治疗操作缺乏统一的认识和规范。以呼吸机应用与管理为例,国内医院购置呼吸机的种类和型号繁多,因此对使用及维护人员要求较高,临床风险也高。由于呼吸机使用、维护及维修不当对患者造成直接或间接伤害的事件时有发生,即使在大型综合性医院中也不少见。

呼吸治疗技术的发展与 RT 队伍的发展与壮大息息相关。随着重症医学和呼吸医学相关技术的进步以及各种现代化抢救、治疗专业设备不断更新,培养在日常工作中能熟练操作各种呼吸支持设备并熟悉临床工作的 RT 十分重要。RT 的工作地点覆盖 ICU、普通病房、门诊、纤维支气管镜(以下简称纤支镜)室、肺功能检查室、睡眠室、康复中心、社区、家庭、护理院等,工作内容包括进行呼吸机的临床管理和操作,协助完成气管插管床旁纤支镜检查和治疗、床旁肺功能检查、胸腔引流等。美国呼吸治疗专业教育经过 60 多年的发展,现在已经形成多层次、多类型的格局,RT 从业人员遍布各医疗机构、社区、家庭和医疗器械公司等,部分从业人员还在学校或科研单位承担教学及科研任务<sup>[8]</sup>。目前除美国外,加拿大、菲律宾及中美洲的部分国家和中国台湾地区也已经拥有比较成熟的 RT。在新型

冠状病毒肺炎疫情中,RT在一线承担着该类患者的气道管理、呼吸支持、危重症患者转运、肺康复、呼吸支持设备管理维护、床旁超声监测、体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)/体外二氧化碳清除管理等工作。

面对国际呼吸治疗专业快速发展以及目前国内呼吸治疗需求增长较快、RT相对缺乏、RT相关培训和再教育体系相对不成熟、呼吸治疗规范与制度有待完善等现实,烧伤救治从业者在临床实践中,也感受到呼吸治疗的必要性以及学科间理念与实践的差异,这需要重视并深入学习和贯彻呼吸治疗在烧伤相关肺损伤中的应用。

## 2 烧伤相关肺损伤的研究与实践现状

以下以INI为例,阐述烧伤相关肺损伤研究与实践现状。

笔者团队对全球范围有关INI文献的可视化分析显示,1949年出现第1篇文章,1974年开始出现指数性增长,1994年后逐渐放缓;近一半的文章是由美国研究人员发表的;该领域的4本主要期刊为《Burns》《Journal of Burn Care & Research》《Journal of Trauma》《Critical Care Medicine》<sup>[9]</sup>。近期的研究主要集中在与INI相关的临床风险和并发症上,而在过去的10年中,国内外学者都忽视了这一领域的基础研究,使得揭示相关机制规律受限以及对临床诊疗的价值有限。

INI较少由单纯蒸汽造成,多由烟雾导致。研究显示,在发生INI时鼻咽部的毛细血管吸热、会厌闭合保护性反射、喉反射性痉挛和气道反射性收缩产生高效冷却气体的机制,使大部分热空气(极高温下吸入蒸汽除外)到达隆突之前被冷却,因此直接热损伤可能只影响声门上气道;吸入的烟雾大颗粒多滞留在呼吸道近端,有毒气体或者粒径<10 μm小颗粒则沉积在气道远端<sup>[10]</sup>。烟雾相关毒素和呼吸刺激物的沉积会损害气道上皮组织和毛细血管内皮细胞,活化血小板、补体系统和纤维蛋白溶解系统,造成大量微血栓,加速气道铸型(特征是纤维蛋白原水平升高和抗纤维蛋白溶解酶活性降低)的形成。继发性活性氧、组胺以及炎症因子释放,纤毛清除功能改变,细菌清除减少等可导致通气血流比失衡、血管通透性增加、呼吸驱动升高。20世纪60年代后对呼吸治疗的研究和实践,尤其是新型冠状病毒肺炎疫情的发生,提示应结合

ARDS的病理和病理生理异常,从本质上对ARDS进行定义和研究,有效控制ARDS的异质性以避免ARDS诊断泛化,避免使本质上为非弥漫性肺泡损伤(diffuse alveolar damage, DAD)的、预后相对良好的患者(如间质性肺疾病、隐源性机化性肺炎、恶性肿瘤、血管炎患者等)接受不必要的强化呼吸治疗及其过度干预所出现的并发症。以临床特征和临床诊断标准为核心的ARDS全球新定义<sup>[11]</sup>,似乎忽略了对ARDS本质的认识,又回到了早期概念性疾病模型(conceptual model)的时代,可能使研究者放弃继续啃“机制”等这些“硬骨头”。作为ARDS的病因之一,上述机制是否有益于重新认识重度INI(DAD或非DAD)本质?这不仅能帮助从业者更好理解INI发生发展,更能让INI相应的评估和治疗措施在一个更高的水平上实现与ARDS“同化”,最终让患者受益。目前针对INI的研究,似乎不能回答这个问题,将INI和ARDS2个“层面”的疾病放在一起讨论,势必出现矛盾和不合理之处。

中国老年医学学会烧创伤分会于2018年发布了《吸入性损伤临床诊疗全国专家共识(2018版)》(以下简称国内共识)<sup>[12]</sup>。该国内共识在有限的临床证据和既往诊疗经验的基础上,总结了INI的诊疗意见。这些意见借鉴了国内外ARDS的诊疗推荐,可操作性强,得到烧伤救治从业者认可。然而,这些意见大多不是来自INI本身的高质量证据。针对INI诊疗,近些年国内临床医师广泛借鉴国内外ARDS的诊疗策略(如机械通气策略、镇痛镇静理念、体位通气甚至体外生命支持技术等),改善了患者预后。然而,在临床上完全照搬ARDS的指南,常存在诊疗理念和策略上的矛盾。在目前的认知和定义下,ARDS是一组具有高度异质性的临床综合征,且往往因临床疾病进展迅速、指标变化快导致对相关病因的明确和选择恰当的处理相对困难;同时,异质性的增加对临床研究的准确性和结果的适用性造成影响。总之,INI是具体疾病,而ARDS是综合征,两者处在不同的层面,很“不对等”;对两者的诊疗容易发生“冲突”,甚至延伸为学科间的争论。2023年15人国际专家小组采用RAND/UCLA(兰德公司/加州大学洛杉矶分校)适当性方法(appropriateness method)系统分析了相关专家意见并与现有证据相结合,给出了诊断和管理INI的适当性和不适当性实践意见,以下简称国际共识<sup>[13]</sup>。其中,初始使用管径≥8.0 mm气管插管、肺保护性

通气策略、初始支气管镜灌洗、对重度 INI 采用连续支气管镜灌洗、对中重度 INI 给予雾化吸入肝素和沙丁胺醇以及对中度 INI 给予 N 乙酰半胱氨酸被认为是适当性临床应用措施;而非保护性通气策略、高频振荡通气、高频叩击通气、预防性全身性使用抗生素和皮质类固醇被认为是不适当性临床应用措施。虽然该国际共识未涉及 INI 的很多临床问题,但也是为数不多关于 INI 临床管理推荐意见的国际规范性文件。

### 3 应多层面、科学、规范实施烧伤相关肺损伤呼吸治疗

在目前尚无高质量证据的前提下,作为 ARDS 的一种特殊形式,对烧伤相关肺损伤的诊疗应遵循或者借鉴非烧伤相关 ARDS 的诊疗策略开展,同时结合烧伤自身特点进行临床试验或者研究,进一步验证和阐述这类特殊患者的异质性,从而科学、规范开展烧伤相关肺损伤呼吸治疗。

#### 3.1 高级气道的建立与管理

在烧伤相关肺损伤早期建立高级气道的主要目的是防止发生气道梗阻之类的意外,因此国内共识中推荐“非紧急状态下不行(经鼻或者经口)气管插管术,而应行气管切开术”,且“不囿于血气分析结果或者氧饱和度等传统指标作为气管切开术的指征”<sup>[12]</sup>。但事实上,该推荐意见的循证证据几乎为零,大多是基于临床经验和教训得到的。在镇痛镇静理念发展更新以及护理质量得到进一步提升之后,行早期预防性气管切开、晚期气管切开或者保留气管插管对患者预后的影响是否有差异是值得关注的临床问题之一。目前,尚缺乏相应的气道管理规范,尤其是对伴有头面颈部烧伤或者大面积体表烧伤患者而言。因此,针对高级气道的管理,当国内医师与西方国家做法不同时,尚不能列举更多证据,哪怕是低质量的证据来证实国内做法的科学性和规范性。

在烧伤气道管理中,纤支镜技术发挥了重要作用。它不仅有诊断和评估作用,在急救、清除异物、气道内给药方面也同样发挥重要作用。但是,目前并没有数据支持纤支镜技术的治疗能改善烧伤患者的预后和次要结局[国际共识实践意见分别为“不同意(disagreement)”或“不确定(uncertain)”]。这让临床烧伤救治从业者与 RT 就纤支镜的使用及其频次发生分歧,有待更多临床数据来分辨。

#### 3.2 机械通气

随着近代呼吸支持理论的不断更新,临床上针对 ARDS 行机械通气时不仅要关注氧合和二氧化碳排除,更要关注呼吸机相关性肺损伤(ventilator-induced lung injury, VILI)和血流动力学变化<sup>[14]</sup>。氧合和二氧化碳排除与呼吸频率、平台压、驱动压、跨肺压、机械能、呼气末正压滴定等相关<sup>[15-16]</sup>,而 VILI 和血流动力学变化关系到心肺相互作用、肺血管损伤和撤机等一系列相关事件<sup>[17-18]</sup>,在保持自主呼吸的同时,又要在镇痛镇静与自发性肺损伤之间寻求平衡<sup>[19-20]</sup>。国际共识对于合并或不合并 ARDS 需要行机械通气的 INI 患者,仅推荐基于循证的保护性肺通气策略[包括限制潮气量 < 6 mL/kg 理想体重、限制平台压力 < 30 cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa) 等]<sup>[13]</sup>,而上述细节需要国内临床医师进行研究和实践。

针对 INI 合并 ARDS 患者,推荐采用气道压力释放通气(airway pressure release ventilation)治疗,而不推荐采用高频振荡通气和高频叩击通气治疗<sup>[13]</sup>。大多数烧伤医师不了解气道压力释放通气,更不用说一些新通气模式,例如双水平时间控制自适应通气(bilevel and time-controlled adaptive ventilation)、适应性支持通气(adaptive support ventilation)等<sup>[21]</sup>,这导致在合并或不合并 ARDS 的 INI 患者中的应用数据和证据很少。无创通气(non invasive ventilation)/经鼻高流量氧疗(high flow nasal cannula)在 INI 治疗中的应用并未因 ARDS 全球新定义的出现而普及。肺复张、吸入前列环素类似物和一氧化氮、应用神经肌肉阻滞剂和 ECMO(主要是静脉-静脉 ECMO)仅适于顽固性低氧血症患者<sup>[13]</sup>。以静脉-静脉 ECMO 为例,其对患者实施时有非常严格适应证,且在实施过程中须将抗凝目标、出血监测、机械通气参数设置、氧合目标、液体平衡、神经监测、体温目标、镇痛镇静、手术/换药等与烧伤患者的自身特点充分结合起来。针对静脉-静脉 ECMO 的相关研究,若仅关注患者预后而不交代清楚上述管理目标,是远远不够的。

呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是延长机械通气时间的常见并发症,发生率为 10%,甚至更高。对于烧伤后肺损伤行机械通气治疗的患者而言,VAP 的防治是重中之重。2022 年发布的关于 VAP 预防的实践建议,提供了基本的治疗方案<sup>[22]</sup>。若将该方案应用于烧伤

患者则必须与患者的本身特征相结合,综合评估后谨慎采纳。总体而言,所有预防 VAP 的举措,包括使用声门下分泌物气管内管连续抽吸、选择性对口腔或消化道去污、质子泵抑制剂的使用、体位治疗等都应在插管和开始行机械通气后立即实施<sup>[22]</sup>。此外,与 VAP 紧密相关的抗生素耐药、异质性耐药问题,也逐渐引起业界重视<sup>[23-24]</sup>。

在进行机械通气时,氧疗及其监测、无创通气/经鼻高流量氧疗、优化通气模式和参数选择、镇痛镇静策略与药物选择、程序性撤机(protocolized ventilator weaning)、拔管以及机械通气期间的指标(包括氧合目标、通气目标、跨肺压、平台压、肺顺应性等)监测和评估等都十分重要,而这些往往被烧伤医师忽略。千篇一律的机械通气模式以及直接断开呼吸机的撤机尝试、血流动力学尚不平稳的脱机操作等不规范现象不该频繁发生在行机械通气的烧伤患者身上。

### 3.3 呼吸物理治疗

应用药物和非药物的方法助力气道分泌物的排出,运用气道廓清技术(airway clearance technique, ACT)减少和控制相关并发症发生是呼吸物理治疗的重要组成部分。在许多国家,呼吸物理治疗被认为是物理治疗的一个亚专业。呼吸物理治疗可排出气道内的分泌物及异物、改善气体交换、缩短呼吸机使用时间、缩短住 ICU 的时间,解决肺不张/肺实变的问题和/或改善肺呼吸<sup>[25]</sup>。常用于廓清气道的药物包括黏液溶解剂(N-乙酰半胱氨酸)、祛痰药(高渗盐水)、黏液促动剂(特布他林和沙丁胺醇)以及黏液调节剂(布地奈德、氧托溴铵);用于廓清气道的物理治疗技术包括肺膨胀技术(指导性咳嗽、主动呼吸循环技术、自体引流、无创正压通气)、气道振荡技术(胸部振荡/叩击、高频胸壁振荡、肺内叩击通气等)及其他技术(手法辅助咳嗽、机械式吸入呼出装置的使用、纤支镜技术、主动被动运动等)。对患者实施 ACT 前,均需进行呼吸功能和排痰障碍原因的评估,以制订个体化的气道廓清方案。对于建立人工气道的患者,纤支镜技术联合振动排痰可显著增加气道分泌物的清除量。机械咳嗽辅助技术可用于呼气肌无力的患者,但对气道阻塞性疾病患者使用该技术则有加重阻塞的风险,应谨慎使用<sup>[25]</sup>。

INI 独特的病理生理变化以及烧伤后气道管理的特点,是应用 ACT 的优势基础。虽然目前缺乏

ACT 在烧伤伴 INI 患者中应用的高质量证据,但有一定量的证据支持气道振荡技术和其他 ACT 技术[纤支镜技术、声门下吸引、俯卧位通气(prone position ventilation, PPV)等]在 INI 中的应用<sup>[26]</sup>。目前,支持 ACT 在 INI 和烧伤领域应用的相关证据,如《成人烧伤俯卧位治疗全国专家共识(2022 版)》(以下简称 PPV 共识)<sup>[27]</sup>越来越多,期望将来有更多 ACT 被开发出来,改善烧伤相关肺损伤患者结局。

### 3.4 吸入/雾化治疗

吸入疗法是指药物经吸入装置形成气溶胶,由患者吸入气道从而发挥治疗作用。与口服和静脉给药相比,吸入疗法可使药物直接作用于呼吸道黏膜和肺泡,具有起效迅速、疗效佳、用药剂量小、安全性好及使用方便等优势,在呼吸疾病治疗中具有独特而重要的地位<sup>[28]</sup>。常用吸入的药物包括吸入性糖皮质激素、支气管舒张剂、吸入用祛痰药物;常用吸入装置有压力定量吸入器、干粉吸入器、软雾吸入器、小容量雾化器。机械通气时,优先推荐使用压力定量吸入器和振动筛孔雾化器。吸入疗法常与 ACT 相结合,以便更好地促进气道廓清,但使用时机和技术的选择很重要<sup>[29]</sup>。实施 ACT 前或过程中,联合雾化吸入药物可提高痰液清除效率,增加药物在肺内的沉积率,增强气道廓清效果,预防呼吸道感染。支气管舒张剂、黏液溶解剂或高渗生理盐水起效快,应在行 ACT 之前吸入,吸入后立即开始气道廓清治疗,有利于扩张气道、降低分泌物黏稠度。吸入性糖皮质激素则推荐在气道廓清后使用,可达到更好的药物沉积效果。抗生素的使用时间推荐在行 ACT 及使用支气管舒张剂之后,以保证药物的肺部沉积率。适当的呼吸模式和体位有利于吸入/雾化治疗,不同呼吸支持模式下的雾化给药策略中的许多细节,包括雾化器位置、湿化程度、药物容积、人工气道是否建立、呼吸机模式和参数设置等的保障对实践中的安全性和有效性而言十分必要。

烧伤界在实施吸入/雾化治疗方面是较早也较为积极的,但完全属于烧伤相关肺损伤的吸入/雾化治疗共识或规范依旧空白。需要提醒的是,对于无雾化吸入剂型药物的使用,属于超说明书使用。由于药物之间存在配伍禁忌,在对烧伤患者实施雾化治疗时需要论证<sup>[30]</sup>。

间充质干细胞及其衍生物(外泌体等)因具有独特的生理功能和特性,在肺部疾病的细胞和无细

胞疗法中显示出广阔的应用前景,并正在进入临床转化阶段。近年来临床前研究和临床试验显示,雾化间充质干细胞及其衍生物的给药方式是安全且有效的,可能是治疗各种复杂肺部疾病的最佳解决方案<sup>[31]</sup>,值得关注。

### 3.5 体位治疗

体位通气是指除仰卧位通气外,通过改变体位进行呼吸治疗的一种辅助措施,目的是改善氧合和呼吸力学,促进分泌物引流等。PPV 是最常用的体位治疗方式,可以增加功能残气量、使得肺应力与应变分布更加均匀,防治 VILI;改善重力依赖区的通气血流灌注;减少纵隔和心脏对肺的压迫;改善氧合,利于二氧化碳排出;利于分泌物的引流;降低肺血管阻力及右心室后负荷;改变体位,减少制动<sup>[32]</sup>。大量动物实验和临床研究证实 PPV 在改善氧合、呼吸力学以及预后方面有优势,是目前得到一致认可的机械通气手段之一,在多个 ARDS 指南中被推荐<sup>[32-34]</sup>。

虽然 PPV/俯卧位治疗(prone position therapy, PPT)是烧伤治疗中较常用的重要措施,但仍存在循证证据不足、缺乏规范实施流程等问题。与传统意义的 PPV 相比,烧伤患者的 PPT 不仅有通气治疗作用,还利于烧伤清创、植皮、皮瓣转移等相关手术及创面换药的操作,两者在适应证、流程细节、注意事项等方面有显著差异。为推动 PPV/PPT 在烧伤治疗中的同质化管理和持续质量改进,中国老年医学学会烧创伤分会和中华医学会烧伤外科学分会重症学组借鉴相关循证证据,结合实践经验,发布了 PPV 共识<sup>[27]</sup>。这是国内首部成人烧伤 PPV/PPT 专家共识,区别于非烧伤 PPV 临床共识,具有重要学术和实践指导意义。PPV 共识显示,以改善氧合、排除二氧化碳为目的的烧伤后相关肺损伤治疗,要严格把握临床指征,充分考虑到相对禁忌证,严格遵守持续时间,聚焦实施过程中的监测与评估,建立 PPV 中止和撤离规范和预案;仅以换药、床旁手术为主要目的的 PPT,要以短时间、较高频次为抓手,以清醒俯卧位结合轻度镇痛为主要措施进行俯卧位干预。PPV 共识还强调了建立 PPT 团队,开展 PPV/PPT 宣传教育和临床规范培训与实践的重要性。

在烧伤后相关肺损伤管理中,有时会碰到一些特殊体位的通气模式(侧卧位通气、序贯侧卧位通气、俯冲位通气等)以及特殊 PPV 操作(ECMO+

PPV、连续性肾脏替代治疗+PPV、清醒未插管 PPV 等)<sup>[35-37]</sup>。这些操作的流程和规范目前还是空白,需要深入研究。

### 3.6 肺康复(pulmonary rehabilitation)

肺康复的概念自 1974 年首次被提出并定义以来,逐渐被人们接受<sup>[38-39]</sup>。肺康复是指全面评估患者病情后制订个性化的综合干预疗法,包括但不限于对患者开展运动训练和健康教育以及改变不良行为习惯等,达到减轻呼吸困难症状,提高运动耐力;提升生活质量,增加参与社会活动度;改善身心状态,增进长期保持健康的行为。由此可见,患者可以从肺康复中获益。当前肺康复的核心内容被归纳为运动治疗、健康教育、行为干预、心理支持和自我管理<sup>[40]</sup>。肺康复常用技术包括(1)体位变换与管理;(2)ACT;(3)胸廓放松与松动技术;(4)呼吸肌训练;(5)呼吸训练;(6)活动与运动训练;(7)咳嗽训练;(8)疼痛管理、姿势控制、核心肌群训练;(9)神经生理促进疗法;(10)中医疗理;(11)音乐疗法、心理干预、康复宣传教育等<sup>[41-42]</sup>。

肺康复主要适用于慢性呼吸系统疾病,尤其是慢性阻塞性肺疾病。随着烧伤救治水平的提高,针对大面积烧伤致长期制动、老年烧伤或伴长期吸烟史等易导致肺功能不同程度下降的患者,在行创面治疗、肢体功能康复的同时,早期进行肺功能康复十分必要。早期介入肺康复训练可促进呼吸道分泌物排出,使气道畅通,而有效的呼吸训练可以增强呼吸肌的肌力及耐力,改善氧合能力,提升肺功能和患者生活质量。广义的烧伤早期肺康复疗法包括 ACT 如体位引流、雾化吸入、机械排痰等,以及早期呼吸功能训练如腹式呼吸、缩唇呼吸、呼吸训练器训练、运动训练等。然而,目前尚没有一套标准的措施对烧伤后呼吸损伤的早期康复进行评估,且现有的一些肺康复措施也未得到客观的证实和评估。基于烧伤后肺损伤患者的特殊病理、生理改变及多病共存等情况,开发针对这类群体的肺康复管理模型迫在眉睫。

## 4 小结

近些年,随着相关硬件的发展和理念的借鉴交叉,在烧伤相关肺损伤的呼吸治疗方面取得了较大进步,患者受益很多。未来,除开发 INI 关键标志物、采用早期肺成像技术预测 ARDS 发生发展以及通过机器学习和人工智能预测建模等基础研究外,



- 家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2022, 45(8): 753-761. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20220119-00060.
- [30] 中国医药教育协会感染疾病专业委员会, 中华结核和呼吸杂志编辑委员会, 中国药学会药物临床评价研究专业委员会. 抗菌药物超说明书用法专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(6): 410-444. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.06.005.
- [31] 王玉松, 马琪敏, 朱峰, 等. 间充质干细胞及其衍生物雾化吸入治疗肺部疾病研究进展[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(8): 881-885. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220706-00636.
- [32] Gattinoni L, Taccone P, Carlesso E, et al. Prone position in acute respiratory distress syndrome. Rationale, indications, and limits[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188(11): 1286-1293. DOI: 10.1164/rccm.201308-1532CI.
- [33] Alhazzani W, Parhar K, Weatherald J, et al. Effect of awake prone positioning on endotracheal intubation in patients with COVID-19 and acute respiratory failure: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2022, 327(21): 2104-2113. DOI: 10.1001/jama.2022.7993.
- [34] Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome[J]. N Engl J Med, 2013, 368(23): 2159-2168. DOI: 10.1056/NEJMoa1214103.
- [35] Myatra SN, Alhazzani W, Belley-Cote E, et al. Awake proning in patients with COVID-19-related hypoxemic acute respiratory failure: a rapid practice guideline[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2023, 67(5): 569-575. DOI: 10.1111/aas.14205.
- [36] Schmidt M, Hajage D, Lebreton G, et al. Prone positioning during extracorporeal membrane oxygenation in patients with severe ARDS: the PRONECMO randomized clinical trial[J]. JAMA, 2023, 330(24): 2343-2353. DOI: 10.1001/jama.2023.24491.
- [37] Roldán R, Rodríguez S, Barriga F, et al. Sequential lateral positioning as a new lung recruitment maneuver: an exploratory study in early mechanically ventilated Covid-19 ARDS patients[J]. Ann Intensive Care, 2022, 12(1): 13. DOI: 10.1186/s13613-022-00988-9.
- [38] Community resources for rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary diseases and cor pulmonale. Pulmonary Rehabilitation Study Group[J]. Circulation, 1974, 49(5 Suppl): S1-20.
- [39] Rodrigues A, Muñoz Castro G, Jácome C, et al. Current developments and future directions in respiratory physiotherapy[J]. Eur Respir Rev, 2020, 29(158): 200262. DOI: 10.1183/16000617.0264-2020.
- [40] Spruit MA, Rochester CL, Pitta F, et al. Pulmonary rehabilitation, physical activity, respiratory failure and palliative respiratory care[J]. Thorax, 2019, 74(7): 693-699. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2018-212044.
- [41] Troosters T, Janssens W, Demeyer H, et al. Pulmonary rehabilitation and physical interventions[J]. Eur Respir Rev, 2023, 32(168): 220222. DOI: 10.1183/16000617.0222-2022.
- [42] 中华医学会灾难医学分会, 中国医师协会急救复苏与灾难医学分会, 中国医学救援协会救援防护分会. ARDS患者肺康复训练专家共识[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(4): 421-426. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2022.04.001.

(收稿日期: 2024-05-28)