

指南与共识

成人体外膜氧合辅助期间感染防控专家共识

中国心胸血管麻醉学会体外生命支持分会 浙江省 ICU 质量控制中心

摘要

感染是体外膜氧合 (ECMO) 辅助期间常见的并发症。感染的发生不仅增加患者治疗费用, 而且会影响患者的预后导致更高的病死率。目前国内外各 ECMO 中心对于感染的防控尚缺乏统一的标准。因此, 中国心胸血管麻醉学会体外生命支持分会联合浙江省 ICU 质量控制中心, 组织专家根据国内外最新研究结果, 参考相关指南, 结合流行病学及临床实践, 撰写了本专家共识, 以期规范 ECMO 辅助期间的感染防控, 降低感染的发生率及提高控制率, 改善患者的预后。

关键词 体外膜氧合; 感染; 防控

Expert Consensus on the Prevention and Management of Infection During Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adult Patients

Extracorporeal Life Support Branch of Chinese Society of Cardiothoracic Vascular Anesthesia, Quality Control Center of Intensive Care Unit of Zhejiang Province

Corresponding Author: CHEN Kun, Email: 13957970707@sina.com

Abstract

Infection is a common complication during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support. It not only increases the cost and the mortality of patients, but also worsens the prognosis. Currently, there is a lack of unified standards for the prevention and management of infections in various ECMO centers. Therefore, Extracorporeal Life Support Branch of Chinese Society of Cardiothoracic Vascular Anesthesia and Quality Control Center of Intensive Care Unit of Zhejiang Province developed this expert consensus based on latest progress, China's national conditions and current status of clinical practice, so as to standardize the prevention and management on infection during extracorporeal membrane oxygenation support, reduce the incidence of infection, improve the control rate and the prognosis of patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation.

Key words: extracorporeal membrane oxygenation; infection; prevention and control

(Chinese Circulation Journal, 2024, 39: 209.)

体外膜氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 是一种短期心肺辅助技术, 被广泛应用于心肺功能衰竭的治疗。ECMO 启动最常见的指征包括急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 和心源性休克等。此类患者病情危重, 易发生感染。目前国际上尚无明确的 ECMO 相关感染的定义, 由 ECMO 操作、导管、膜肺等因素直接导致的感染可称为 ECMO 相关感染^[1-2]。其他 ECMO 辅助期间合并的感染, 如呼吸机相关性肺炎 (ventilator-associated pneumonia, VAP)、尿路感

染 (urinary tract infections, UTI)、肠源性感染及其他原因导致的血流感染和皮肤软组织感染等, 可称为 ECMO 辅助期间合并感染。这些感染的发生不仅会增加患者的治疗费用和住院时间, 还会增加患者的病死率。因此, 在 ECMO 辅助期间做好感染防控工作对患者的救治过程至关重要。

1 背景介绍

1.1 ECMO 辅助期间感染的流行病学

与重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 的其他患者相比, 接受 ECMO 辅助的患者感染风

险更高。研究显示 ECMO 辅助期间感染的发生率为 5.7%~64.0% 不等,有些中心以血流感染为主,有些中心以呼吸道感染为主^[3-5]。根据 2012 年至 2019 年体外生命支持组织(extracorporeal life support organisation, ELSO)的系统数据显示,在 ECMO 辅助过程中,呼吸系统微生物培养的阳性率高达 64.9%,呼吸道是最常见的感染部位^[6]。相关研究表明,静脉-动脉体外膜氧合(veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)和静脉-静脉体外膜氧合(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, VV-ECMO)期间报告的血流感染发生率每 1 000 ECMO 日分别为 44.26 次和 16.56 次^[7]。细菌学方面呼吸道中最常见的分离菌包括金黄色葡萄球菌、假单胞菌属和克雷伯菌属等,与其他 ICU 患者中 VAP 的细菌相似^[8]。血流感染以凝固酶阴性葡萄球菌属、酵母菌属、肠球菌属、金黄色葡萄球菌属和克雷伯菌属最多见,而尿路感染则以酵母菌、大肠埃希菌和肠球菌属多见^[9]。根据现有报道,感染的发生率和流行病学特点,各中心之间存在着较大的差异^[3, 9-10]。

1.2 感染原因及相关的危险因素

ECMO 患者感染高发的原因主要有以下几方面。一方面是由于皮肤屏障的破坏,使微生物病原体更容易入侵;另一方面,患者本身病情危重,更增加了感染的风险;此外,膜肺的中空纤维结构也给微生物提供了良好的生长环境;另外,各种有创性操作的增加、长时间的导管留置、镇静镇痛药物的使用和病情危重导致的低免疫状态等均会增加感染的风险。ECMO 管路需要较多的连接,手术以及暴露于超广谱抗生素等因素都会增加患者发生院内感染的风险^[11]。有研究表明,在感染性休克或中心静脉导管(central venous catheter, CVC)感染导致的血流感染后,ECMO 管路的二次定植是引起血流感染的主要原因^[12-13]。随着 ECMO 辅助时间的延长,感染的风险也会增加。感染与机械并发症、回路配置和插管技术相关,中央型 VA-ECMO 插管的感染风险最高^[14]。与外科切开置管相比较,经皮穿刺插管相对更安全,感染并发症更少^[15]。相关研究表明,在非 ECMO 患者中,院间转运是医院感染的危险因素^[15]。然而,最近一项单中心的研究表明 ECMO 患者的转运并不会增加医院感染率^[16]。

1.3 感染的监测与防控

ECMO 辅助期间发生感染与病死率、ECMO 辅助时间、住院时间和机械通气时间相关。相关研究

显示感染会使死亡风险增加 38%~63%^[10, 14]。因此,ECMO 辅助期间需高度警惕感染的发生,并采取积极的措施如血培养、痰培养、尿培养、支气管镜和 CT 等检查进一步明确诊断。根据 ELSO 的调查,常规抽取血培养是常用的感染监测方法^[17]。气道分泌物以及尿路等其他途径的培养对感染的诊断也有一定的帮助。不依赖于培养的技术如二代宏基因组测序(metagenomic next-generation sequencing, mNGS)等,在快速诊断感染领域有较高的应用价值,已越来越多的应用于 ECMO 患者^[18]。

目前国内外多数的 ECMO 中心仍缺乏系统完善的感染预防和控制方案,因此,做好早期预防早期诊断以降低感染的发生率显得尤为重要。为进一步规范 ECMO 辅助期间感染的预防和控制,由中国心胸血管麻醉学会体外生命支持分会和浙江省 ICU 质量控制中心牵头,根据国内外最新研究结果,参考相关指南,结合流行病学及临床实践,制定此版成人 ECMO 辅助期间感染防控专家共识。本共识涉及 ECMO 辅助期间的感染诊断、流行病学特点、危险因素和防控要点等内容,供 ECMO 从业人员参考。

2 共识的制定过程与方法

本共识根据 WHO 指南制定的标准和方法以及参考中华医学会发布的“制定/修订临床诊疗指南的基本方法及程序”。成立共识制定工作组,包括共识制定机构、共识指导委员会、共识专家制定小组、共识外审专家组和共识撰写小组。使用 PICO[人群(population)、干预(intervention)、比较(comparison)、结果(outcome)]格式制定关键推荐问题,然后进行证据检索,由共识撰写小组进行证据整合和评价相关材料后形成条目,共识制定小组的每位专家成员先选择 1~2 个条目,综合循证医学证据以及临床经验提出相关建议,形成共识初稿。然后通过电子问卷形式将共识初稿发给外审专家,专家根据共识条目的理论依据、科学性、创新性、可行性等特征综合评分。综合评分以 1~10 分计分,其中 1~4 分为不推荐,5~7 分为弱推荐,8~10 分为推荐。统计分析专家的评分,确定各条目的推荐强度,最终形成共识。

2.1 临床问题的收集和筛选

共识撰写小组在共识指导委员会的指导下进行临床问题和结局指标的收集和筛选,初拟临床问题和结局指标清单,通过第 1 轮德尔菲法归类、去重、合并临床问题和结局指标、PICO 原则构建临床问题;基于召开的多次线上线下共识会议,最终确定

相关的临床问题条目。

2.2 制定推荐意见

证据整合和评价相关材料完成后, 共识撰写小组的所有成员与共识制定小组专家通过面对面或在线会议对最终建议进行讨论, 按相关的标准制定推荐意见并达成共识。

2.3 共识的外审

共识征求意见稿由外部同行专家评审, 根据其反馈意见和建议进行完善。最后由共识撰写小组将共识提交共识指导委员会批准, 并且通过中国心胸血管麻醉学会体外生命支持分会和浙江省 ICU 质量控制中心经邮件发送给相关人员。

2.4 传播与实施

本共识发布后, 共识发起单位联合通过以下方式对本共识进行传播与推广:(1) 在相关学术会议中介绍和解读共识。(2) 有计划地在全国范围内组织相关医务工作者学习共识相关内容并能正确使用。(3) 通过其他途径和媒介传播。

3 临床问题与推荐意见

本共识共形成 15 条推荐意见, 主要包含 ECMO 辅助期间感染的预防与控制两方面相关临床问题, 并给出了详细的推荐强度与证据评分。

推荐 1

ECMO 上机前建议充分评估操作环境并严格遵守最大范围的无菌屏障措施。体外心肺复苏 (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR) 上机时建议使用机械胸外按压装置。不建议在皮肤准备过程中使用备皮刀。[推荐强度: 推荐, (8.41±2.26)分]

条件允许时, ECMO 建议在手术室、导管室等洁净程度较高的环境下实施。但 ECMO 患者常因病情危重转运风险高, 需紧急在 ICU、急诊室等场所床旁上机。洁净度低的环境、床边的仪器设备、患者衣物等都会增加感染的风险。在置管过程中应严格实施最大范围的无菌屏障, 以避免污染增加感染风险^[19-20]。ECPR 上机前, 建议医护人员在保证按压质量的前提下, 尽早从徒手心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 转为机械胸外按压装置, 以减少污染无菌台面的可能。此外, 研究发现, 皮肤准备过程中使用备皮刀容易损伤毛囊, 进而增加感染风险^[21]。因此, 不建议在 ECMO 上机前使用备皮刀, 可使用电推剪进行术野毛发清理以

避免损伤毛囊。

推荐 2

ECMO 上机时建议首选超声引导下经皮穿刺置管, 外科切开置管可作为后备方案。[推荐强度: 推荐, (9.27±1.80)分]

ECMO 置管通常采用经皮穿刺置管和外科切开置管等方式, 而各中心所采用的置管方式有所不同。相关研究表明, 创口越小, 感染发生的概率越低; 与外科切开置管相比较, 采用经皮穿刺置管, 置管处感染的发生率更低 (16.5% vs. 27.8%, $P=0.001$), 严重感染需要外科干预的频率也更低 (5.3% vs. 15.0%, $P<0.001$)^[22]。超声作为有效的可视化工具, 目前已广泛应用于危重患者救治中。超声引导下穿刺能有效提高穿刺置管的成功率, 减少穿刺相关的损伤。研究表明, 超声引导下中心静脉置管可降低导管相关性血流感染 (catheter related bloodstream infection, CRBSI) 发生率^[23]。因此, 在 ECMO 上机时建议首选超声引导下经皮穿刺置管。

推荐 3

建议对 ECMO 患者尽可能使用单间隔离、专人护理。[推荐强度: 推荐, (8.73±1.88)分]

ECMO 患者由于免疫力低下, 更易受到感染的影响^[9-10]。为了降低交叉感染的风险, 防止多重耐药菌的扩散, 建议将 ECMO 患者与那些感染或定植多重耐药菌、严重感染、伤口污染的患者分开^[10]。如果条件允许, 应该为 ECMO 患者提供单间隔离, 做到专人护理, 并在床边做好隔离标识, 落实隔离措施, 以减少感染的发生。

推荐 4

不建议 ECMO 患者上机时常规预防性使用抗生素, 预防性使用抗生素应遵循外科手术 I 类切口管理要求。[推荐强度: 推荐, (8.77±1.77)分]

尽管在 ECMO 辅助期间, 患者存在各种 ICU 获得性感染的风险, 因预防性使用抗生素的疗效并不明确, ECMO 患者上机后不建议常规预防性使用抗生素。但当上机环境相对复杂, 无菌条件差, 感染风险高的患者, 可考虑预防性使用抗生素。皮肤软组织常见的污染菌为金黄色葡萄球菌、凝固酶阴性

葡萄球菌等, 参照外科手术 I 类切口管理要求^[4], 建议经皮穿刺或切开前 0.5~1.0 h 内预防性使用第一、第二代头孢菌素。对于高危患者及存在耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (methicillin resistant staphylococcus aureus, MRSA) 感染高发的医疗机构, 可考虑使用万古霉素。建议单次给药, 抗菌药物的有效覆盖时间包括整个置管过程即可, 如置管前无法完成给药应在置管后 1 h 内完成给药。过度延长用药时间并不能进一步提高预防效果, 且预防用药时间超过 48 h 会增加耐药菌感染的风险。

推荐 5

建议对 ECMO 置管处以及连接处进行每日感染评估, 采用无菌敷贴进行密封, 并按需换药, 及时清理患者的排泄物。[推荐强度: 推荐, (9.36±1.79)分]

研究表明, 对 ECMO 穿刺置管处进行日常评估是有必要的, 能够尽早发现感染, 从而减少血流感染的发生^[24]。尤其是导管与管路的连接处是最容易发生感染的部位之一, 采用无菌敷贴进行密封, 有助于减少污染和控制感染^[25]。研究显示 60.5% 的 ECMO 中心在 ECMO 辅助期间行按需(污染、敷贴粘贴不良等)换药, 有 25.9% 的 ECMO 中心每日换药, 而两者感染的发生率是相近的^[17]。此外, 置管部位与管道邻近人体排泄通道易受排泄物的污染, 因此需要及时清理患者的排泄物, 减少污染和感染的发生。

推荐 6

建议对 ECMO 辅助的患者使用氯己定对管路及插管部位进行消毒, 定期口腔护理和全身擦浴。[推荐强度: 推荐, (9.32±1.70)分]

氯己定是一种具有广谱高效杀菌作用的皮肤消毒剂, 对革兰阳性及阴性菌均有效^[26]。研究表明, 有 38.8% 的中心日常使用氯己定, 使用氯己定对管路和接头进行广泛消毒能够降低血流感染的发生率以及细菌在 ECMO 管路的定植^[27]。有研究发现使用氯己定进行每日两次口腔护理能明显降低唾液中细菌的多样性和丰度^[28-29]。有的中心使用氯己定进行每周三次的全身消毒可有效降低感染发生率^[29]。因此, 我们建议对 ECMO 辅助的患者使用氯己定对管路及插管部位进行消毒, 每日两次口腔护理、每周三次全身擦浴, 以降低感染的风险。

推荐 7

建议在 ECMO 辅助期间按需送检血液培养, 不建议每日常规抽取血培养, 可根据临床情况增加其他部位如气道、尿路、导管等培养频率。[推荐强度: 推荐, (9.14±1.75)分]

细菌学培养在早期感染识别和控制中起着重要作用, 血流、气道和尿路是这类患者感染的主要来源, 在 ECMO 辅助的患者, 有的中心建议每周进行一次血液细菌学培养, 也有研究建议增加培养的次数^[10]。根据 ELSO 的一项问卷调查表明, 有 34.1% 的 ECMO 中心常规每日抽取血培养^[17]。通过增加培养的频率不仅能对细菌进行识别, 还能指导抗生素的使用, 有利于尽早控制感染^[30]。但近期一项研究表明, 常规每日血培养的阳性率较按需血培养低 (4% vs. 7%, $P=0.005$), 常规每日血培养与血流感染的诊断率是负相关的 ($OR=0.55$, $95\%CI:0.38\sim0.81$, $P=0.002$), 另外过多的血培养会增加医源性失血^[31-32]。因此, 我们建议在 ECMO 辅助期间按需送检血培养, 不建议每日抽取血培养。可根据临床情况增加气道、尿路、导管等其他部位的培养频率以早期识别感染的发生。有研究显示, 对于肺部感染患者, 特别是危重患者, 支气管镜肺泡灌洗液 mNGS 检测具有较高的诊断性能, 对于常规检测未明确病原学诊断的危重患者, 应尽早选择 mNGS 检测^[10]。

推荐 8

ECMO 辅助期间, 建议避免使用长期的静脉通路, 尽早移除中心静脉导管和其他侵入性设备。[推荐强度: 推荐, (9.00±1.93)分]

导管的留置会破坏患者皮肤的完整性, 增加患者感染的机会, 随着导管留置时间的延长, 感染的风险也会增加。减少导管留置的数量和时间对于预防和控制患者感染都是有益的^[10]。因此我们建议 ECMO 辅助期间尽量避免留置长期的静脉通路 [如经外周静脉穿刺中心静脉置管术 (peripherally inserted central catheter, PICC)、长期血透导管等], 如病情允许应尽早移除中心静脉导管和其他侵入性设备。

推荐 9

ECMO 辅助期间建议尽量减少管路完整性的

破坏, 如需连接时, 使用无针连接。[推荐强度: 推荐, (9.32 ± 1.59) 分]

ECMO 的管路是高危导管, 其完整性的重要程度是不言而喻的, 管路的完整性对感染的预防至关重要。应尽量避免在 ECMO 管路进行采血和输液等操作。ECMO 辅助期间需行膜肺压力监测、连续肾脏替代治疗 (continuous renal replacement therapy, CRRT) 等操作时, 应使用无针连接, 可避免管路的损伤, 减少细菌定植的机会^[10]。

推荐 10

ECMO 辅助期间建议关注压力性损伤导致的皮肤软组织感染。[推荐强度: 推荐, (9.32 ± 1.81) 分]

ECMO 辅助期间做好预防压力性损伤日常管理, 避免局部受压, 定期翻身, 保持受压部位皮肤整洁、干燥。ECMO 管道会带来额外的皮肤压力性损伤机会, 如导管与皮肤缝合周围部位容易因缝合过紧、管路跨关节部位在体位改变时容易出现压力性损伤等。另外 ECMO 患者常常伴有皮肤水肿, 如果没有及时调整管道固定, 也会增加压力性损伤的发生风险。有研究建议可在高危部位导管下方衬垫无菌纱布、减压贴或水胶体敷料等材料以减少压力性损伤风险^[33]。俯卧位通气已成为 ECMO 患者的重要治疗手段。俯卧位通气治疗同时会带来新的压力性损伤机会, 因此, 需特别注意调整 ECMO 管道固定部位避免受压, 重点关注耳、颊部、眼部、肩部、髌部、膝部、脚趾、乳房、生殖器等部位的皮肤保护。

推荐 11

当怀疑或确诊血流感染时, 建议尽早使用抗生素, 并结合当地的细菌学制定抗感染方案。积极评估感染性心内膜炎的可能性。[推荐强度: 推荐, (9.32 ± 1.76) 分]

目前尚缺乏关于 ECMO 辅助期间使用抗生素治疗血流感染的证据。结合其他研究, 早期使用抗生素能尽早的控制感染, 减少并发症的发生, 提高存活率^[34-36]。因此, 建议对怀疑或确诊血流感染的患者, 尽早开始抗感染治疗。抗生素的使用需要结合当地的流行病学情况, 并评估使用抗生素所带来的风险和收益。由于循环管路中的驱动泵、氧合器等

部位对药物的吸附及管路增加了药物的表观分布容积^[37]、ECMO 对机体的炎症反应等一系列因素影响了抗菌药物的药代动力学及疗效, ECMO 辅助期间应进行治疗性药物浓度监测, 维持抗生素浓度在治疗水平以上, 以确保患者用药的有效性和安全性^[38]。ECMO 辅助期间感染性心内膜炎的发生率较其他患者高, 因此需要关注患者是否发生感染性心内膜炎, 做到早期发现, 及时处理。经食道超声心动图能更好的发现感染性心内膜炎的常见征象如瓣膜组织结构的破坏、赘生物形成等, 对于经胸超声心动图不能确诊的心内膜炎应及时经食道超声心动图检查。

推荐 12

建议对 ECMO 辅助患者一旦病情稳定, 尽早实施浅镇静策略。[推荐强度: 推荐, (8.59 ± 1.94) 分]

有研究数据显示, ECMO 患者的镇静镇痛药物使用剂量明显增加, 而深度镇静与不良预后相关, 包括机械通气时间延长、VAP 发生率增加、认知能力下降, 甚至长期死亡率增加等^[39-40]。根据 ELSO 的建议, 在 ECMO 置管之后的 12~24 h 内对患者实施浅镇静策略, 以减少氧气消耗, 优化通气, 实现更好的循环稳定^[41]。有研究表明, ECMO 超过 2 天后实施浅镇静策略, 将 RASS 评分维持在 0~2 分是安全的^[39]。咪达唑仑和芬太尼是镇静镇痛的首选药物^[42]。一项多中心国际研究的结果显示, 约 28% 的 ECMO 中心在插管后的 48 h 内的镇静目标是“冷静和合作”^[43]。一些 ECMO 中心甚至提倡“清醒 ECMO”策略, 即在呼吸衰竭的早期启动 ECMO, 以避免镇静和插管, 并保持自主呼吸^[42]。在 ECMO 上机后, 应关注氧输送与氧需求的平衡, 如氧输送提高困难, 需采用深镇静策略来降低机体的氧需求, 以减少氧债。在患者深镇静期间或需较长时间 ECMO 辅助情况下, 胸部物理治疗联合纤维支气管镜气道廓清的治疗策略优于单一方案^[43]。一旦患者病情稳定氧供需平衡, 应尽早实施浅镇静策略, 避免过度使用镇静剂。

推荐 13

ECMO 辅助期间建议遵循 VAP 集束化干预策略。[推荐强度: 推荐, (9.45 ± 1.71) 分]

对于接受 ECMO 辅助患者, 条件允许下尽早拔

除人工气道。人工气道的建立以及呼吸机的使用是患者发生 VAP 的重要危险因素,尤其是气管导管留置时间长、重复插管的患者, VAP 的发生率大大增加。因此,缩短机械通气时间,尽早拔除人工气道有助于预防 VAP 的发生。

在无禁忌证(颈椎骨折、循环不稳定等)的情况下,建议将患者床头抬高 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。一项大样本数据分析表明,相比体位在 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的患者,床头抬高大于 30° 患者的 VAP 发生率明显下降^[44]。

建议将人工气道的气囊压力维持在 $20 \sim 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$),并尽可能的去除气囊上方分泌物。导管上方咽喉部及口腔内的分泌物是机械通气患者误吸的主要来源,通过维持 $20 \sim 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ 的气囊压力,可以有效预防分泌物误吸,同时声门下吸引能够降低 VAP 的发生,缩短 ICU 的住院时间^[45]。

建议及时清理呼吸机管路内的冷凝水以及湿化罐、雾化器内的液体并且至少每周一次更换呼吸机管路。呼吸机管路中的冷凝水为细菌的定植提供了很好的条件。冷凝水倒流入呼吸道可引起 VAP,因此需将冷凝水收集并及时清理。另外呼吸机管路也是细菌传播的重要途径,因此,建议至少每周更换一次^[46-47]。

推荐 14

ECMO 辅助患者建议尽早开通肠内营养,并使用专门的肠内营养通道,每 4 h 评估胃潴留情况。
[推荐强度:推荐, (8.95 ± 1.94)分]

早期的肠内营养能促进肠道蠕动、改善消化道血流灌注,有助于维持肠道黏膜的完整性和屏障功能。与肠外营养相比,幽门后喂养更能降低患者反流误吸的风险,减少 VAP 的发生。同时,肠内营养能降低医院获得性感染发生率,多项研究显示胃管可作为主要营养通道,幽门后喂养的使用率是 $6\% \sim 35\%$ 。另一方面,肠道是感染的重要来源,早期的肠内营养能维持肠道的稳定性,降低肠道菌群移位的风险^[48-49]。欧洲的指南认为即使是血液动力学不稳定,需要大剂量血管活性药的患者,早期低剂量的肠内营养也是安全可行的^[50]。对 ECMO 辅助的患者,多项研究支持在 ECMO 开始的 $24 \sim 48 \text{ h}$ 内启动肠内营养^[49-50]。开通肠内营养后应及时评估胃潴留情况,以避免反流误吸。有研究认为每 4 h 评估一次胃潴留情况是必要的,以确定患者的误吸风险^[51]。如果胃残留量为 $200 \sim 500 \text{ ml}$,应采取加用胃

动力药或留置空肠管等措施以降低误吸风险。相关研究发现,当患者的饮食状况不确定或未知时,胃部超声是最有用的误吸风险评估方法^[52]。

推荐 15

建议每日评估患者撤机的可能性,符合撤除标准时,应尽早撤除 ECMO。[推荐强度:推荐, (9.09 ± 1.88)分]

ECMO 辅助期间虽然给患者的心肺功能带来了帮助,但同时也带来了风险。研究表明,ECMO 辅助时间与血流感染的发生有关,辅助时间越长,血流感染的风险就越高^[10, 17]。研究提示 ECMO 辅助时间超过 250 h 显著增加血流感染风险^[17]。长时间的 ECMO 辅助会给细菌更多的定植机会,增加感染的发生率。因此,每日评估撤机的可能性,避免长时间的 ECMO 辅助,尽早撤除 ECMO 有助于感染的防控,降低患者死亡风险。

共识指导委员会成员(按姓氏汉语拼音排序):蔡洪流(浙江大学医学院附属第一医院),常宇(浙江大学医学院附属儿童医院),陈琨(浙江大学医学院附属金华医院),龚仕金(浙江大学医学院附属浙江医院),吉冰洋(中国医学科学院阜外医院),江荣林(浙江中医药大学附属第一医院),李欣(复旦大学附属中山医院),刘晋萍(中国医学科学院阜外医院),温汉春(广西医科大学第一附属医院),严静(浙江大学医学院附属浙江医院),詹庆元(中日友好医院),周成斌(广东省人民医院)

共识制定小组(按姓氏汉语拼音排序):蔡国龙(浙江大学医学院附属浙江医院),陈琨(浙江大学医学院附属金华医院),崔巍(浙江大学医学院附属第二医院),邓鸿胜(浙江大学医学院附属金华医院),龚仕金(浙江大学医学院附属浙江医院),洪军(浙江省人民医院),胡炜(西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院),胡伟航(浙江大学医学院附属浙江医院),李彤(浙江大学医学院附属第一医院),林荣海(浙江省台州市立医院),刘松桥(东南大学附属中大医院),彭伟(浙江大学医学院附属金华医院),孙兵(首都医科大学附属北京朝阳医院),徐永昊(广州医科大学附属第一医院),徐颖鹤(浙江省台州医院),严静(浙江大学医学院附属浙江医院),杨向红(浙江省人民医院),张胜(浙江省台州医院),朱英(西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院)

共识评审小组(按姓氏汉语拼音排序):程亮(西安国际医学中心医院),程周(中山市人民医院),邓医学(广东省人民医院),杜心灵(华中科技大学同济医学院附属协和医院),郭震(上海市胸科医院),洪小杨(中国人民解放军总医院第七医学中心附属八一儿童医院),黄曼(浙江大学医学院附属第二医院),吉冰洋(中国医学科学院阜外医院),赖巍(四川大学华西医院),李斌飞(中山市人民医院),李平(华中

科技大学同济医学院附属协和医院), 李欣(复旦大学附属中山医院), 李轶江(南方医科大学深圳医院), 林茹(浙江大学医学院附属儿童医院), 刘松桥(东南大学附属中大医院), 刘燕(武汉亚洲心脏病医院), 刘小军(郑州大学第二附属医院), 荣健(中山大学附属第一医院), 施丽萍(浙江大学医学院附属第一医院), 孙兵(首都医科大学附属北京朝阳医院), 王伟(上海儿童医学中心), 徐永昊(广州医科大学附属第一医院), 叶建熙(厦门大学附属心血管病医院), 于坤(中国医学科学院阜外医院), 詹庆元(中日友好医院), 张海波(首都医科大学附属北京安贞医院), 钟鸣(复旦大学附属中山医院), 张丹(重庆医科大学附属第一医院), 周成斌(广东省人民医院)

共识执笔人: 童洪杰、邓鸿胜、彭伟、怀佳萍、张晓玲、陈吉润、赵云鹏(单位均为浙江大学医学院附属金华医院)

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Allou N, Lo Pinto H, Persichini R, et al. Cannula-related infection in patients supported by peripheral ECMO: clinical and microbiological characteristics[J]. ASAIO J, 2019, 65(2):180-186. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000771.
- [2] Hahne K, Horstmann C, Fischer D, et al. Cannula-related infection in adult medical intensive care unit patients undergoing extracorporeal life support and extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Hosp Infect, 2015, 91(4):372-374. DOI: 10.1016/j.jhin.2015.08.022.
- [3] Corley A, Lye I, Lavana JD, et al. Nosocomial infection prevalence in patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): protocol for a point prevalence study across Australia and New Zealand[J]. BMJ Open, 2019, 9(7): e029293. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-029293.
- [4] Allou N, Lo Pinto H, Persichini R, et al. Cannula-related infection in patients supported by peripheral ECMO: clinical and microbiological characteristics[J]. ASAIO J, 2019, 65(2): 180-186. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000771.
- [5] Menaker J, Galvagno S, Rabinowitz R, et al. Epidemiology of blood stream infection in adult extracorporeal membrane oxygenation patients: a cohort study[J]. Heart Lung, 2019, 48(3): 236-239. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2019.01.004.
- [6] Abrams D, Grasselli G, Schmidt M, et al. ECLS-associated infections in adults: what we know and what we don't yet know[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(2): 182-191. DOI: 10.1007/s00134-019-05847-z.
- [7] Kim HS, Park S, Ko HH, et al. Different characteristics of bloodstream infection during venoarterial and venovenous extracorporeal membrane oxygenation in adult patients[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 9498. DOI: 10.1038/s41598-021-89108-4.
- [8] Luyt CE, Bouadma L, Morris AC, et al. Pulmonary infections complicating ARDS[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(12): 2168-2183. DOI: 10.1007/s00134-020-06292-z.
- [9] Martínez-Martínez M, Nuvials FX, Riera J. Nosocomial infections during extracorporeal membrane oxygenation[J]. Curr Opin Crit Care, 2022, 28(5): 480-485. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000976.
- [10] Biffi S, Di Bella S, Scaravilli V, et al. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention[J]. Int J Antimicrob Agents, 2017, 50(1): 9-16. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2017.02.025.
- [11] Quintana MT, Mazzeffi M, Galvagno SM, et al. A retrospective study of infection in patients requiring extracorporeal membrane oxygenation support[J]. Ann Thorac Surg, 2021, 112(4): 1168-1175. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.12.012.
- [12] Kim DW, Yeo HJ, Yoon SH, et al. Impact of bloodstream infections on catheter colonization during extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Artif Organs, 2016, 19(2): 128-133. DOI: 10.1007/s10047-015-0882-5.
- [13] Manerikar A, Watanabe S, Kandula V, et al. Indwelling central venous catheters drive bloodstream infection during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation support[J]. ASAIO J, 2022, 68(6): 859-864. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001575.
- [14] Bizzarro MJ, Conrad SA, Kaufman DA, et al. Infections acquired during extracorporeal membrane oxygenation in neonates, children, and adults[J]. Pediatr Crit Care Med, 2011, 12(3): 277-281. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3181e28894.
- [15] Simmering JE, Polgreen LA, Campbell DR, et al. Hospital transfer network structure as a risk factor for clostridium difficile infection[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2015, 36(9): 1031-1037. DOI: 10.1017/ice.2015.130.
- [16] Marcus JE, Sams VG, Aden JK, et al. Rates of nosocomial infection associated with interhospital transfer of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2022, 43(7): 864-869. DOI: 10.1017/ice.2021.251.
- [17] Glater-Welt LB, Schneider JB, Zinger MM, et al. Nosocomial bloodstream infections in patients receiving extracorporeal life support: variability in prevention practices: a survey of the extracorporeal life support organization members[J]. J Intensive Care Med, 2016, 31(10): 654-669. DOI: 10.1177/0885066615571540.
- [18] Peri AM, Harris PNA, Paterson DL. Culture-independent detection systems for bloodstream infection[J]. Clin Microbiol Infect, 2022, 28(2):195-201. DOI: 10.1016/j.cmi.2021.09.039.
- [19] Marschall J, Mermel LA, Fakhri M, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2014, 35(7): 753-771. DOI: 10.1086/676533.
- [20] Timsit JF, Baleine J, Bernard L, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit[J]. Ann Intensive Care, 2020, 10(1):118. DOI: 10.1186/s13613-020-00713-4.
- [21] Sidhwa F, Itani KM. Skin preparation before surgery: options and evidence[J]. Surg Infect (Larchmt), 2015, 16(1):14 -23. DOI: 10.1089/sur.2015.010.
- [22] Danial P, Hajage D, Nguyen LS, et al. Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(12): 2153-2161. DOI: 10.1007/s00134-018-5442-z.
- [23] Takeshita J, Tachibana K, Nakajima Y, et al. Incidence of catheter-related bloodstream infections following ultrasound-guided central venous catheterization: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1): 772. DOI: 10.1186/s12879-022-07760-1.
- [24] Grasselli G, Scaravilli V, Di Bella S, et al. Nosocomial infections during extracorporeal membrane oxygenation: incidence, etiology,

- and impact on patients' outcome[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(10): 1726-1733. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002652.
- [25] Kutlesa M, Santini M, Krajcinovic V, et al. Nosocomial blood stream infections in patients treated with venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2017, 83(5): 493-501. DOI: 10.23736/S0375-9393.17.11659-7.
- [26] Wei L, Li Y, Li X, et al. Chlorhexidine-impregnated dressing for the prophylaxis of central venous catheter-related complications: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Infect Dis*, 2019, 19(1): 429. DOI: 10.1186/s12879-019-4029-9.
- [27] Yeo HJ, Kim D, Ha M, et al. Chlorhexidine bathing of the exposed circuits in extracorporeal membrane oxygenation: an uncontrolled before-and-after study[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 595. DOI: 10.1186/s13054-020-03310-w.
- [28] Tribble GD, Angelov N, Weltman R, et al. Frequency of tongue cleaning impacts the human tongue microbiome composition and enterosalivary circulation of nitrate[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2019, 9: 39. DOI: 10.3389/fcimb.2019.00039.
- [29] Bescos R, Ashworth A, Cutler C, et al. Effects of chlorhexidine mouthwash on the oral microbiome[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 5254. DOI: 10.1038/s41598-020-61912-4.
- [30] Ramanathan K, Antognini D, Combes A, et al. Planning and provision of ECMO services for severe ARDS during the COVID-19 pandemic and other outbreaks of emerging infectious diseases[J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(5): 518-526. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30121-1.
- [31] de Roux Q, Renaudier M, Bougouin W, et al. Diagnostic yield of routine daily blood culture in patients on veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1): 241. DOI: 10.1186/s13054-021-03658-7.
- [32] Siegal DM, Manning N, Jackson Chormenki NL, et al. Devices to reduce the volume of blood taken for laboratory testing in ICU patients: a systematic review[J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35(10): 1074-1079. DOI: 10.1177/0885066618810374.
- [33] 曾妃, 梁江淑渊. 体外膜肺氧合联合俯卧位通气的护理研究进展[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2020, 1(4): 354-358.
- [34] Seymour CW, Gesten F, Prescott HC, et al. Time to treatment and mortality during mandated emergency care for sepsis[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(23): 2235-2244. DOI: 10.1056/NEJMoa1703058.
- [35] Peltan ID, Brown SM, Bledsoe JR, et al. ED door-to-antibiotic time and long-term mortality in sepsis[J]. *Chest*, 2019, 155(5): 938-946. DOI: 10.1016/j.chest.2019.02.008.
- [36] Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021[J]. *Crit Care Med*, 2021, 49(11): e1063-e143. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005337.
- [37] Franchineau G, Luyt CE, Combes A, et al. Ventilator-associated pneumonia in extracorporeal membrane oxygenation-assisted patients[J]. *Ann Transl Med*, 2018, 6(21): 427. DOI: 10.21037/atm.2018.10.18.
- [38] Abdul-Aziz MH, Roberts JA. Antibiotic dosing during extracorporeal membrane oxygenation: does the system matter?[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2020, 33(1): 71-82. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000810.
- [39] DeGrado JR, Hohlfelder B, Ritchie BM, et al. Evaluation of sedatives, analgesics, and neuromuscular blocking agents in adults receiving extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Crit Care*, 2017, 37: 1-6. DOI: 10.1016/j.jccr.2016.07.020.
- [40] Ma P, Wang T, Gong Y, et al. Factors associated with deep sedation practice in mechanically ventilated patients: a post hoc analysis of a cross-sectional survey combined with a questionnaire for physicians on sedation practices[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 839637. DOI: 10.3389/fmed.2022.839637.
- [41] Badulak J, Antonini MV, Stead CM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19: updated 2021 guidelines from the extracorporeal life support organization[J]. *ASAIO J*, 2021, 67(5): 485-495. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001422.
- [42] Patel M, Altshuler D, Lewis TC, et al. Sedation requirements in patients on venovenous or venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Ann Pharmacother*, 2020, 54(2): 122-130. DOI: 10.1177/1060028019877806.
- [43] Marhong JD, DeBacker J, Viau-Lapointe J, et al. Sedation and mobilization during venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory failure: an international survey[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(11): 1893-1899. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002702.
- [44] Wang L, Li X, Yang Z, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2016(1): CD009946. DOI: 10.1002/14651858.CD009946.pub2.
- [45] Mao Z, Gao L, Wang G, et al. Subglottic secretion suction for preventing ventilator-associated pneumonia: an updated meta-analysis and trial sequential analysis[J]. *Crit Care*, 2016, 20(1): 353. DOI: 10.1186/s13054-016-1527-7.
- [46] Klompas M, Branson R, Eichenwald EC, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia in acute care hospitals: 2014 update[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2014, 35(8): 915-936. DOI: 10.1086/677144.
- [47] Oliveira J, Zagalo C, Cavaco-Silva P. Prevention of ventilator-associated pneumonia[J]. *Rev Port Pneumol*, 2014, 20(3): 152-161. DOI: 10.1016/j.rppneu.2014.01.002.
- [48] Ferrie S, Herkes R, Forrest P. Nutrition support during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in adults: a retrospective audit of 86 patients[J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39(11): 1989-1994. DOI: 10.1007/s00134-013-3053-2.
- [49] Umezawa Makikado LD, Flordelis Lasierra JL, Pérez-Vela JL, et al. Early enteral nutrition in adults receiving venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: an observational case series[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2013, 37(2): 281-284. DOI: 10.1177/0148607112451464.
- [50] Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(3): 380-398. DOI: 10.1007/s00134-016-4665-0.
- [51] Elke G, Felbinger TW, Heyland DK. Gastric residual volume in critically ill patients: a dead marker or still alive?[J]. *Nutr Clin Pract*, 2015, 30(1): 59-71. DOI: 10.1177/0884533614562841.
- [52] Perlas A, Arzola C, Van de Putte P. Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: a narrative review[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(4): 437-448. DOI: 10.1007/s12630-017-1031-9.

(收稿日期:2023-10-17)

(编辑:汪碧蓉)