

重症血液净化血管通路的建立与应用中国专家共识(2023)

中国重症血液净化协作组

通信作者:杨荣利,大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科,大连 116089, Email: yever3000@dlut.edu.cn;赵举,首都医科大学附属安贞医院心脏危重病中心,北京 100029, Email: zhaojucpb@163.com;洪小杨,解放军总医院第七医学中心儿童医学部重症医学科,北京 100010, Email: jyhongxy@163.com

【摘要】 重症患者在血液净化血管通路的建立与应用中存在其自身特点,为指导这一特殊人群的血液净化临床工作,中国重症血液净化协作组组织专家制定了重症患者血液净化血管通路建立与应用中国专家共识。协作组通过组织专家系统查阅文献资料并结合专家临床经验,列出重症患者血液净化过程中的血管通路问题,设计专家函询表,应用德尔菲专家函询法和专家会议法对各个条目进行修改、完善,最终在六个方面 47 个条目达成共识,为临床医护人员实施重症血液净化提供有价值的参考。

【关键词】 血液透析滤过; 重症血液净化; 血管通路; 专家共识

Chinese expert consensus on the establishment and application of vascular access of critical care blood purification (2023)

Chinese Cooperation Group of Critical Care Blood Purification

Corresponding authors: Yang Rongli, Department of Intensive Care Unit, Central Hospital of Dalian University of Technology, Dalian 116089, China, Email: yever3000@dlut.edu.cn; Zhao Ju, Center for Cardiac Surgical Critical Care, Beijing AnZhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China, Email: zhaojucpb@163.com; Hong Xiaoyang, Pediatric Intensive Care Unit, Faculty of Pediatrics, the Seventh Medical Center of the PLA General Hospital, Beijing 100010, China, Email: jyhongxy@163.com

【Abstract】 Critical patients have their own characteristics in the establishment and application of blood purification vascular access. In order to guide the blood purification work of this special group, the Chinese expert consensus on the establishment and application of blood purification vascular access in critically ill patients was developed by Chinese Cooperation Group of Critical Care Blood Purification. Literatures at home and abroad were retrieved and professional experience were taken into consideration. The key vascular access issues during blood purification in critically ill patients were listed and then the expert consultation forms were designed. Each item was revised considering objective evidence and expert opinions obtained through Delphi expert consultation and expert meeting. Experts reached agreement on 6 parts and 47 items, which will provide references for clinical works.

【Key words】 Hemodiafiltration; Critical care blood purification; Vascular access; Expert consensus

重症血液净化是在重症医学理论指导下,研究机体内环境与重症的相关性及变化规律,研究并运

用血液净化技术治疗重症的科学^[1]。重症血液净化学的研究并不仅仅是针对某个特定的器官或系

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220915-01949

收稿日期 2022-09-15 本文编辑 霍永丰

引用本文:中国重症血液净化协作组.重症血液净化血管通路的建立与应用中国专家共识(2023)[J].

中华医学杂志, 2023, 103(17): 1280-1295. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220915-01949.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



统,从涉及范围来看,针对肾脏的治疗仅仅是重症血液净化的一个主要分支。重症血液净化技术主要包括血液滤过、血液透析、血液灌流、血浆置换、免疫吸附、体外膜肺氧合(ECMO)、体外二氧化碳去除(ECCO₂R)及一些组合技术等^[2-3]。因此,重症血液净化血管通路既涵盖非ECMO等血液净化技术所使用的透析导管,也包括ECMO使用的动、静脉插管。建立合适的血管通路并维持其良好的功能是顺利实施重症血液净化治疗的必要条件。与普通透析患者相比,重症患者病情更加复杂,无论从血管通路的建立、使用、维护亦或并发症防治等方面,均有其自身特点。但目前已发表的血液净化通路相关指南及共识^[4-7],多以肾内科血液透析患者作为研究来源,缺乏对重症血液净化患者这一特殊人群的指导。此外儿科重症血液净化患者的血管通路及成人相比亦有其自身特点。在此背景下,中国重症血液净化协作组组织国内业内相关专家制定了本共识。

一、共识形成方法学

2019年6月成立了中国重症血液净化协作组,其中包括血管通路学组、ECMO学组及儿科血液净化化学组。2020年成立中国血液净化血管通路共识制定工作组,由上述三个学组中的19名专家组成,召开工作会议讨论重症血液净化血管通路相关问题,检索和查阅了大量国内外文献,经多轮会议讨论和沟通,专家们确定了重症血液净化血管通路共识包括六方面内容,即重症血液净化血管通路总论、血管通路建立、血管通路的使用和维护、并发症处理、成人ECMO血管通路、儿科重症血液净化血管通路等。

工作组专家完成相关文献的查找、阅读、专家意见的收集和共识条目初稿的书写,共形成47条基本条目。通过网上问卷形式将共识基本条目发送给中国重症血液净化协作组及辽宁省医学会重症医学分会体外器官功能支持学组各位专家。根据共识条目的理论依据、科学性、创新性、可行性进行综合评分,评估过程基本符合推荐分级的评估、制定与评价(GRADE)分级系统推荐原则。最终综合评分以0~9计分,确定各条目的推荐强度。其中,<4分为不推荐,≥4分、<7分为弱推荐,≥7分为推荐。此评价过程重复两轮,综合获得较为完善的共识条目和推荐程度。之后,通过改良德尔菲法组织41名专家结合最新的临床证据和重症医学发展前沿,分别对共识条目的相关专题进行审阅。并于

2022年4月17日、6月25日召开网络会议集中讨论,记录每位发言者对共识的意见和建议,所有参会专家针对每个拟共识条目进行讨论。根据会议所有专家达成共识的条目及其内容描述要求,在综合评分基础上,最终形成推荐意见47条。随后,共识条目撰写小组根据网络会议的意见,再次查阅及增补最新文献,于2022年6月底完成共识意见初稿,2022年10月初形成最终版本。

二、总论

共识意见1:良好的血管通路是保证血液净化治疗质量的重要因素。(8.44分)

通畅的血管通路是血液净化得以实施的前提条件。国内外一些大型医疗机构的不完全统计提示,在所有血泵停转的紧急报警中,因导管引血端压力过低导致的报警,占总数的40%~50%。而导管引血端压力过低的原因,除患者本身容量不足、导管扭曲外,多为血管通路功能不良^[8-9]。频繁的报警使管路及滤器凝血风险增加,导致非预期的治疗中断^[10]。良好的血管通路可明显减少血液净化治疗过程中的报警次数,保证治疗过程的连续性,从而保证血液净化治疗的质量^[11]。

共识意见2:推荐依据重症患者的实际情况,在血管通路的建立及维护过程中进行决策。(8.03分)

与慢性维持性透析患者不同,危重症患者病情更加复杂:容量不足/过负荷、进行无创/有创机械通气、凝血功能异常、反复中心静脉穿刺、放疗、留置起搏器、感染、特殊体位等,对血管通路的功能状态均有不同程度的影响^[1]。临床工作中,在熟悉国内外相关指南及推荐的基础上,对患者病情的深入了解及对病情变化的充分评估,有助于做出最适宜的决策,如:导管类型和型号选择、血管通路位置选择、导管尖端位置、封管液选择、导管留置时间等,以最大程度维持血管通路的功能,同时减少血管通路相关并发症的发生率^[1]。

共识意见3:推荐建立血管通路的医生经过包括理论知识及模拟人操作的系统培训。(8.01分)

实施血管通路建立的临床医生,首先应进行系统且有质量保证的培训^[5],内容包括相关理论知识及模拟人操作。统计数据显示,应用模拟人培训的医生,在实际临床操作中有更高的穿刺成功率,更少的并发症及更短的操作时间^[12]。危重症患者病情相对复杂,常见凝血功能障碍、强迫体位等情况,建立血管通路过程中各种风险较普通患者明显增加;



如遇抢救,对操作医生要求更高,因此建议由有一定经验的医生为危重症患者建立血管通路^[13]。同时建议对重要指标如穿刺成功率、严重并发症发生率等进行记录及统计,以定期评估是否需重新培训。

共识意见 4: 推荐将“透析导管”更名为“血液净化导管”。(8.04 分)

“透析导管”是在血液透析为主要血液净化方式的年代所使用的名字。重症血液净化方式很多,血液透析仅仅是其基本组成,除了透析,还有血液滤过、血浆置换、血液吸附以及各种集成血液净化技术等很多血液净化方式,其使用的血管通路多数均为中心静脉导管。因此,将“透析导管”的名字更换为“血液净化导管”比较合适^[1]。ECMO 插管具有特殊性,因此这里所说的血液净化导管不包括 ECMO 插管。

三、重症血液净化临时血管通路建立

共识意见 5: 推荐重症患者进行血液净化治疗时选择临时血液净化导管。(8.17 分)

中心静脉导管是重症血液净化最常用的血管通路。目前血液净化导管分为临时血液净化导管(无隧道无涤纶套导管)和长期血液净化导管(带隧道带涤纶套导管)^[4]。长期血液净化导管置管操作较临时导管复杂、费时、费用高,并发症相对多,移除时也有一定的技术难度。由于重症患者血液净化治疗需要立即或尽早进行,且急性肾损伤患者的平均肾脏替代治疗为 12~13 d^[14],故多选择临时血液净化导管^[15]。如果患者入重症监护病房(ICU)之前已经置有长期血液净化导管,可直接使用,使用前应进行导管评估,注意有无感染及血栓形成。

虽然慢性肾功能不全患者的动静脉内瘘(包括自体 and 移植物内瘘)也可用于这类患者病情加重或有其他突发情况时作为血液净化的通路,但入住 ICU 的患者病情危重,依从性差,治疗时间相对于普通血液透析明显延长,随时可能出现躁动等,很容易造成内瘘的损伤、出血、感染等后果,不仅血液净化不能有效进行,并可导致内瘘功能不良,因此危重症患者不建议使用内瘘进行血液净化治疗^[16]。

由于血浆置换、双重血浆置换等血液净化方法对血流量的要求不如连续性肾脏替代治疗(CRRT)高,可在满足流量要求前提下,采用单根针或导管建立外周静脉-静脉穿刺血管通路^[17-18]。

共识意见 6: 推荐选用生物相容性好的血液净化导管。(7.79 分)

血液净化导管材质要求是:体外部分稍硬,以便于穿刺;体内部分柔软,可减少血管内膜损伤;生物相容性好,不易形成血栓;不透 X 线,可摄片观察位置,能安全留置。符合上述条件的材质,包括聚氨酯、聚乙烯和硅胶^[19]。但由于硅胶材质导管管壁较厚,导致同样外径的导管相比聚氨酯、聚乙烯导管,管腔内径较小^[20],影响血液流速,故目前仅推荐聚氨酯、聚乙烯材质导管。

共识意见 7: 存在感染高危因素的重症患者可考虑使用抗菌血液净化导管。(7.43 分)

抗菌导管是指使用抗菌药物、消毒剂和含金属制剂等抗菌物质涂层或浸润的导管,有助于阻止导管定植菌的繁殖和迁移^[20]。现有的研究和已发表的高质量文献,提示米诺环素/利福平、氯己定/磺胺嘧啶银导管可减少导管相关血流感染的发生,降低与感染相关的死亡率^[21]。

以下患者可考虑采用抗菌导管:(1)预期留置导管时间超过 7 d^[21];(2)一旦发生导管相关血流感染时,明显影响预后的危重症患者^[22];(3)有反复出现导管相关血流感染的病史;(4)采用常规感染预防措施后,所在病区的导管相关血流感染的发生率仍然高于预期目标时^[23],但使用抗菌导管不能代替其他感染预防措施^[20]。

共识意见 8: 推荐根据血管内径及置管部位选择血液净化导管的型号。(8.32 分)

导管内血流速度与导管半径的四次方成正比,与导管的长度成反比。同等条件下,导管尖端位于血流量及血管管腔更大的位置时,血栓发生的风险更低。置管前采用超声评估目标穿刺血管内径,在血管条件允许的情况下,建议导管外径与置管静脉内径比值 ≤ 0.45 ^[24]。临床中成人重症血液净化患者的血液净化导管外径范围通常在 11~14 Fr,以 12 Fr 最常用。若使用三腔血液净化导管,则选择管径大 1 Fr 的导管。高容量血液净化治疗时,宜采用 13~14 Fr 的血液净化导管。导管型号和血流量有关,也和血栓等相应并发症有关^[25]。

为达到理想血流速度,选择颈内静脉时,导管尖端应位于上腔静脉下 1/3 或上腔静脉与右心房交界处;选择股静脉时,导管尖端应留置在髂总静脉。因此右颈内静脉常规选择的血液净化导管长度在 12~15 cm,左颈内静脉应在 15~20 cm,股静脉导管长度应在 19~24 cm^[19, 26]。

共识意见 9: 推荐颈内静脉置管时应用弯形(鹅颈)导管。(7.78 分)



选择颈内静脉通路时,因头、颈部的相对运动,使用直导管易出现导管固定不良,导管移位、脱出风险增加;并且直导管与血液净化管路接头处容易与头发接触,可能增加感染几率。此时采用弯形导管则能最大程度规避上述风险,同时方便护理,减少感染。

共识意见 10:重症患者使用颈内静脉进行血液净化治疗时优先选择三腔血液净化导管。(6.99 分)

中心静脉压力的动态变化,对了解有效循环血容量和心功能状态有重要意义,容易测量,目前依然是危重症患者指导容量管理的最常使用的血流动力学指标^[27]。三腔血液净化导管与双腔血液净化导管的区别在于增加了第三腔(细腔),拓增了输液通路同时,可进行中心静脉压力的监测,降低了留置第二条中心静脉导管的必要性,从而减少了穿刺相关风险及留置导管后的相关并发症。因此,在危重症患者进行血液净化治疗时,尤其选用颈内静脉置管时,优先使用三腔血液净化导管,以更好地评估患者的容量,指导液体管理。

共识意见 11:推荐根据临床具体情况选择置管部位。(8.21 分)

2012 年改善全球肾病预后组织(KDIGO)急性肾损伤临床实践指南中建议在留置临时血液净化导管时,置管部位的选择顺序依次为右侧颈内静脉、股静脉、左侧颈内静脉、锁骨下静脉^[7]。有研究显示体质指数 $<24.2\text{ kg/m}^2$ 的患者,选择股静脉置管时,不会增加导管相关感染的发生率^[28]。

重症患者的置管部位在参考上述建议同时,应关注个体化因素:如患者躁动或呼吸困难,有发生气胸并发症时,股静脉置管更为安全;存在严重出血指标异常并有明显出血倾向的患者,股静脉置管较颈内静脉置管更加安全^[29];避免选择存在血栓等局部异常的血管;尽量不选择曾经多次穿刺的血管;尽量避免贴近气管切开等手术切口;避免在皮肤感染等部位进行置管^[30];同步或预计放置漂浮导管或有 ECMO 插管需求时,应避免与前者位置发生冲突等。

共识意见 12:推荐根据患者和导管的具体情况决定原位更换导管还是重新穿刺置管。(7.82 分)

在血液净化治疗过程中,如出现导管功能不良或导管相关血流感染时,应对血液净化导管进行更换,以保证治疗的顺利进行。通常情况下,为减少感染相关风险,尤其是已发生感染的导管,在更换

时需重新选择其他置管部位,而非通过导丝经原导管原位更换^[21]。但重症患者病情复杂,部分患者可能需留置多处导管行监测及治疗,中心静脉资源紧张,或自身存在严重凝血功能障碍等问题,此时需要根据被更换导管和患者的情况决定是否原位更换导管:如果仅为导管功能不良,无导管相关感染存在,而患者本身存在中心静脉资源不足或合并严重出血倾向时,可考虑经导丝原位更换血液净化导管。

共识意见 13:推荐血管通路建立及维护时采用 2% 氯己定醇消毒。(8.01 分)

相对于碘伏和 70% 医用酒精,2% 氯己定醇在降低导管相关血流感染方面有明显的优势,是穿刺前及更换导管敷料时消毒的首选^[21, 26, 31]。如患者存在氯己定过敏,则考虑更换其他种类的皮肤消毒剂如碘伏、碘酒或 70% 医用酒精,推荐在无禁忌的情况下,尽量选择含乙醇成分的消毒剂^[20]。在进行置管前应保证皮肤表面的消毒剂已干燥。

共识意见 14:推荐血管通路建立时采取最大无菌屏障。(8.45 分)

为控制与穿刺置管过程关联的导管相关性感染,特别是导管相关性血流感染,推荐建立血管通路时采用最大无菌屏障:操作人员及助手戴帽子、口罩、无菌手套,穿无菌手术衣,帽子应覆盖所有头发,口罩应遮住口鼻,应铺覆盖患者全身的无菌单,仅暴露穿刺部位^[21, 31]。对于没有进行机械通气的患者,行颈内静脉穿刺时,为避免因无菌单覆盖面导致呼吸困难,建议使用面罩吸氧。

共识意见 15:推荐在超声引导下建立临时血管通路。(8.37 分)

超声定位或引导穿刺技术在置管困难和解剖位置不清晰的患者中,应用价值尤其重要。中心静脉置管前,尤其对有糖尿病、静脉血栓等病史的老年患者应进行常规超声检查,确定血管位置及走行、探查目标血管的血管壁、管腔、血管充盈情况、血流速度等信息,观察待穿刺血管与周围组织器官的毗邻关系^[32]。使用超声引导技术可最大限度地减少穿刺次数及血管损伤,并可及时发现静脉狭窄、血栓及血管解剖变异等情况^[33]。

共识意见 16:推荐在缝合固定的基础上确切固定并避免损伤血液净化导管。(8.16 分)

出于对减少皮肤屏障破坏,降低导管相关性感染的考虑,目前择期留置非血液净化用中心静脉导管,主流推荐使用非侵入性固定装置以固定导

管^[21, 34-35]。由于血液净化导管与血液净化管路相连接、重症患者可能出现躁动等原因,血液净化导管较普通中心静脉导管更易受到牵拉,非侵入性固定装置难以达到确切固定要求,增加了意外脱管及发生导管相关性感染的风险^[31]。因此,危重症患者留置血液净化导管时首选缝合固定。操作时应注意尽量避开血管;不要跨越导管;在可靠固定的情况下,尽量减少缝合针数^[20]。

共识意见 17: 推荐上腔静脉内的血液净化导管尖端位置采用影像学定位。(7.91 分)

经右侧颈内静脉置入中心静脉导管,成人通常置入深度为 12~15 cm;左侧颈内静脉应在 15~20 cm。颈内静脉置管后,最佳的导管尖端位置应位于上腔静脉下 1/3 到上腔静脉与右心房交界处,其位置可通过胸部 X 线、实时心电图监测、超声检查确认^[25, 36-37]。超声无法直接观测导管在上腔静脉内的位置,只能观测导管是否进入到右心房,所以不能完全代替胸部 X 线或实时心电图监测。在行大容量血液滤过(HVHF)时,为增加血流速度,可将中心静脉导管尖端置于右心房内,但为避免右心房损伤,应选用尖端材质为硅胶的特殊血液净化导管^[38]。锁骨下静脉导管的尖端位置的定位同颈内静脉。置管后 1~2 h 内的胸部 X 线检查,可发现不易察觉的慢性气胸或出血。如果患者出现呼吸困难或胸部不适,应立即胸部 X 线检查^[28]。

四、重症血液净化血管通路使用及维护

共识意见 18: 推荐上机前评估血液净化导管的通畅性。(8.38 分)

为保证血液净化治疗的连续性,减少非计划下机的次数,上机前,需对导管通畅性进行评估^[39-40]。传统评估方法为:使用注射器抽吸血液净化导管引血端,如果 6 s 内能顺利抽出 20 ml 血液即证明导管的血流量可达到 200 ml/min^[41],但此方法血液浪费较多。中国重症血液净化护理共识提出新的评估方法:1 s 内回抽出 3~4 ml 封针液及血液,即证明导管可正常使用^[42]。判断导管通畅后方可连接管路开始治疗^[43],如发现导管功能不良,应及时判断原因并处理。

共识意见 19: 没有抗凝禁忌证且有较高凝血风险时,优先选择全身抗凝,有利于减少血液净化导管的血栓形成。(7.74 分)

凝血风险既包括管路和血液净化器的凝血风险,也包括重症患者本身疾病或血液净化治疗过程中继发的血栓形成等风险,具体评价方法可参考重

症血液净化的凝血风险评估^[1]。在采用局部抗凝技术进行血液净化治疗时,患者体内凝血指标接近或等同于正常水平,导致血液净化导管内及导管周围血栓形成风险较全身抗凝时增加。如患者没有抗凝禁忌证且有较高凝血风险时,优先选择全身抗凝,可降低血液净化导管的血栓形成风险。

对于采用局部抗凝的患者,应动态评估其出血及凝血风险:当出血风险明显降低,而凝血风险增加时,可考虑加用全身预防性抗凝措施或由局部抗凝转换至全身抗凝,有助于预防血液净化导管的血栓形成。

单用全身抗凝效果不佳时,如滤器寿命<24 h,可全身抗凝联合局部枸橼酸抗凝^[44]。需要注意的是,不应叠加两种全身抗凝药物,以防导致出血并发症。

共识意见 20: 推荐在血液净化过程中,密切监测引血压力和回血压力,及早发现导管功能障碍。(8.19 分)

血液净化设备可在体外回路的不同点提供连续的压力监测,其中与导管功能关系最密切的为引血压力及回血压力^[45]。当出现引血压力或回血压力异常,监测压力曲线斜率明显增高,或压力接近于报警限值时(如引血压力低于-200 mmHg、回血压力高于 200 mmHg)(1 mmHg=0.133 kPa)^[46],除管路夹闭、受压、弯折、引血端贴血管壁、静脉壶内血栓形成及患者自身病理因素后,应考虑为导管功能障碍所致^[47]。密切监测压力变化,及早发现导管功能障碍并采取相应措施如调整抗凝策略等,可避免导管内血栓增多,最大程度保留导管功能,延长血液净化运行时间^[48]。

共识意见 21: 推荐血液净化导管接头部位使用无菌或抗菌敷料包裹。(8.01 分)

重症患者及其床单位不是无菌的,血液净化导管的接头经常因接触头发、唾液、汗液、排泄物等而被污染,从而增加血行感染的机会。研究显示,留置深静脉导管 7 d 内,导管相关血流感染主要为导管外(穿刺部位)途径;超过 7 d 时,主要原因不是穿刺点感染,而是经导管内途径(接头)^[49]。为减少接头处的污染,推荐在局部无菌处理后使用无菌敷料包裹血液净化导管与血液净化管路连接的接头部位,有助于降低导管相关血行感染。除常规的无菌纱布或无菌包布敷料外,国内一些医院还采用消毒剂浸泡过的纱布进行包裹,即湿式包裹法或称抗菌敷料包裹法。理论上湿式包裹法比无菌敷料包裹



法效果更好,但仍需进一步研究验证^[42]。

共识意见 22: 存在导管相关血行感染高危因素的患者,可考虑使用抗菌敷料。(7.89 分)

为减少微生物定植和感染的机会,应保持敷料干燥^[21]。可根据穿刺点周围有无渗液等情况选择敷料种类:如果患者出汗多或穿刺点周围渗液,应使用纱布敷料;如果穿刺点无渗液,应选择透明敷料^[50-52]。

敷料的选择还要根据患者血行感染的高危因素进行选择。年龄>2 个月的患者,建议在以下情况时采用葡萄糖氯己定乙醇抗菌敷料^[22, 42, 51],尽可能地降低感染并发症:(1)在采用基础预防策略后,中心静脉导管相关血行感染(CLABSI)发生率仍然不能降低。(2)患者有 CLABSI 的高危因素。(3)反复发生 CLABSI 感染患者。

共识意见 23: 推荐根据患者出血风险及导管内血栓形成风险选择封管液及封管频次。(7.99 分)

置管后但不能立即进行血液净化治疗或血液净化治疗间歇期,需及时封管,防止导管内血栓形成。无出血倾向时,可选择普通肝素封管:中浓度肝素溶液(1 000~1 250 U/ml),每 12~24 小时封管 1 次;高浓度或肝素原液,封管频率为每 2~3 天 1 次,降低封管的频次,可能减少导管相关性感染的发生^[53],但为了避免可能带来的出血风险,危重症患者在需要频繁地进行血液净化治疗或疑似导管功能不良时,不推荐使用高浓度肝素或肝素原液封管。有出血倾向时或存在肝素过敏、肝素诱导血小板减少时,推荐选择枸橼酸钠封管^[4]:4% 枸橼酸钠溶液,封管频率每 12~24 小时 1 次^[54];浓度超过 30% 的枸橼酸钠溶液虽有抗菌作用^[55],但可能导致离子紊乱,严重时诱发心律失常^[56],不推荐使用。

共识意见 24: 不推荐常规采用抗生素封管预防及治疗临时血液净化导管相关血流感染。(8.09 分)

五、重症血液净化导管的并发症防治

导管相关性血流感染是导致导管移除的首要原因^[31]。预防导管相关性感染应通过严格遵守无菌操作原则、清除隐匿部位带菌状态、避免导管用于非血液净化用途如采血等途径^[5]。为避免抗生素诱导耐药细菌出现,不推荐留置临时血液净化导管的患者常规使用全身或局部抗生素封管预防导管相关血流感染^[6, 21]。

对存在血流动力学不稳定、脏器损伤的危重症患者,临床怀疑其临时血液净化导管出现导管相关

性血流感染时,应及时抽取引血腔、回血腔和外周血标本进行病原体检查,立即使用抗生素,建议移除或更换导管^[6],而非使用抗生素封管。

共识意见 25: 推荐留置血液净化导管患者,在无抗凝禁忌时,使用预防性抗凝措施,预防导管相关血栓。(7.88 分)

目前已发表的文献及共识建议在条件允许时,鼓励使用非药物措施预防深静脉导管相关血栓,包括置管侧肢体的早期运动,足够的液体容量等^[57],暂不推荐以单纯预防导管相关血栓为目的,预防性使用抗凝药物^[58]。但血液净化导管管径较普通深静脉导管更粗,可能选用股静脉作为置管部位,同时由于危重症患者自身的病理生理学变化,导致血液净化导管相关血栓形成风险明显增加^[59]。部分数据显示:约 10% 的患者在留置血液净化导管期间,可检测出深静脉内血栓形成^[60-61];约 1% 的患者出现明显静脉血栓栓塞疾病症状^[28, 61-65]。因此对于留置血液净化导管而无抗凝禁忌的危重症患者,需考虑采取相应的预防性药物抗凝措施。

共识意见 26: 推荐对留置血液净化导管的危重症患者常规应用超声评估穿刺血管内有无血栓形成。(8.01 分)

超声是筛查静脉血栓的首选^[58]。在未应用超声进行定期常规检查时,仅有出现严重症状的导管相关血栓患者被确诊并接受治疗,比例约为全部留置深静脉导管患者数量的 1%;进行超声定期常规检查时,可发现无症状导管相关血栓患者,确诊比例上升至所有留置深静脉导管患者数量的 10% 以上^[60, 66]。超声检查可提示血栓的位置和范围,并根据回声强弱推测血栓的新鲜程度,为后续处理提供依据^[67-68]。由于血液净化导管的管径较普通输液用中心静脉导管管径更粗,静脉血栓形成的风险可能升高^[57];同时危重症患者因病理生理变化,出现血管内血流瘀滞和血液高凝状态,增加了静脉血栓形成的风险^[69]。因此,对于留置血液净化导管的危重症患者,如存在静脉血栓形成高危因素,推荐每 1~3 天应用超声评估血管内情况。

共识意见 27: 推荐尽早移除不必要的血液净化导管。(8.51 分)

随着血液净化导管留置时间延长,相关并发症如导管相关性感染、静脉内血栓形成等风险逐渐升高。留置临时血液净化导管进行维持性透析患者数据显示:置管 3 d~1 周时,导管相关性感染的发生概率即出现升高^[70];约 70% 的导管相关静脉内血栓



形成发生在留置导管 1 周之内^[60]。临时血液净化导管无皮下隧道部分,与长期血液净化导管相比,发生导管相关感染的几率更高、出现感染时间更早;临时血液净化导管管径较普通中心静脉导管粗,部分导管留置于股静脉,导管相关血栓形成风险增高^[71]。危重患者一旦发生导管相关性感染、导管相关血栓等留置导管相关并发症,可能出现病情迅速变化,使治疗难度增加,导致住院时间延长、病死率上升及医疗负担增加^[72]。

针对以上风险,推荐尽早移除不必要的血液净化导管。建议对导管留置的必要性进行每日评估,当出现以下情形时应考虑移除血液净化导管:导管相关性感染、导管闭塞、导管相关性血栓形成、导管破损、血液净化治疗终止等。

共识意见 28: 推荐对存在导管周围血栓形成的患者,权衡拔除导管或继续保留导管所带来的风险,决定导管拔除的时机。(7.95 分)

目前国内外指南及专家共识均不推荐在血液净化导管周围血栓形成时立即拔除导管。如果治疗仍需要该导管通路,可在抗凝治疗下继续保留并正常用于临床治疗^[5-6, 73]。继续留置导管情况下,血栓自发脱落的风险较低,血栓将随病程发展而与周围血管壁形成一定程度的机化,脱落风险进一步降低。避免在血栓病程急性期拔除导管是降低血栓脱落引起肺栓塞发生率简单而有效的措施^[61]。但当患者合并抗凝禁忌证或在规范抗凝治疗下症状仍持续进展或导管周围存在血栓形成,但脱落风险低,同时合并导管相关性感染时则应立即拔管^[74]。血管超声有助于评估拔管风险^[75],为拔管时机提供参考。

共识意见 29: 推荐对存在导管相关性感染的患者,权衡拔除导管或继续保留导管所带来的风险,决定导管拔除的时机。(7.76 分)

在临床中存在导管相关感染是否拔管、何时拔管,应根据患者的实际情况进行决策,需要权衡保留导管的价值和感染带来的风险。当再次建立导管困难或感染合并导管周围血栓形成、血栓脱落风险高时,如感染仅为导管出口感染,无全身炎症表现,或感染为非念珠菌感染的非复杂性导管相关血流感染,抗生素治疗效果较好,全身状态无恶化,可在抗生素治疗及严密观察下暂时保留导管。除上述情况外,一旦发生导管相关性感染,尤其对于重症患者,应立即拔除导管,以避免延迟拔管可能导致的相关风险。

共识意见 30: 不推荐应用尿激酶预防及处理临时血液净化导管功能不良。(7.77 分)

目前国内认为:导管有效血流量 $<200\text{ ml/min}$ 或者当血泵流速达到 200 ml/min 时,动脉压 $<-250\text{ mmHg}$ 或静脉压 $>250\text{ mmHg}$,或导管再循环率大于 10% ,可判断为导管功能不良^[4]。血栓形成是临时血液净化导管功能不良的最常见原因,良好的置管技术和理想的导管位置可减少其发生率,采用适宜的封管技术亦有助于减少导管功能不良的发生率^[5]。慢性维持性透析患者常采用定期尿激酶封管降低导管内血栓形成的风险;在出现导管功能不良时,常采取尿激酶溶栓^[6]。但重症患者病情复杂,多伴有止血功能或凝血功能障碍,易导致出血等并发症,故不推荐应用尿激酶预防及处理导管功能不良。当出现导管功能不良时,可尝试降低血流速度、引血端与回血端反接、必要时更换导管等方式处理。

共识意见 31: 推荐积极预防血液净化导管相关的中心静脉疾病。(8.03 分)

在血液净化治疗中,狭义的中心静脉疾病定义为 中心静脉血管狭窄 $>50\%$ ^[76],可导致患者出现远端静脉回流区域肿胀及疼痛等临床症状^[77]。现有的研究数据显示,留置中心静脉导管是其中最重要的诱因。使用左侧颈内静脉导管进行血液净化治疗的患者,出现中心静脉疾病的比例明显高于留置右侧颈内静脉或股动脉置管的患者^[78]。同一血管反复进行穿刺、导管尖端位置不佳、留置导管时间过长、发生导管相关感染及血栓等因素均增加了中心静脉疾病的发生率^[79]。

针对中心静脉疾病,预防是首要任务^[80]:选择置管部位时,首选右侧颈内静脉,其次为股静脉,尽量不选择左侧颈内静脉,避免选择锁骨下静脉;置管时采用超声引导穿刺,减少穿刺次数;更换导管时,尽量选择不同血管,避免同一血管反复置管;置管后应用超声或 X 线确认导管尖端部位,避免导管尖端损伤血管内膜;选择合适的封管液体,在无抗凝禁忌时,使用预防性抗凝措施,降低血栓形成风险;预防导管相关性感染;尽早移除不必要的血液净化导管等。

六、成人 ECMO 血管通路

共识意见 32: 根据重症患者的呼吸、循环情况选择合适的 ECMO 辅助方式。(8.23 分)

呼吸支持:急性严重呼吸衰竭患者,经过最优的机械通气、保护性通气和俯卧位通气效果不佳



时,应尽早考虑评估实施 VV-ECMO^[81]。

循环支持:急性心肌梗死、暴发性心肌炎、心脏毒性药物中毒、终末期扩张性或缺血性心肌病、低温、肺栓塞、术后(包括移植后)急性心源性休克或心脏骤停等严重循环衰竭患者,经过积极的治疗(液体管理、正性肌力药物、血管活性药物调整等),循环仍难以维持,应尽早选择 VA 支持^[82]。

呼吸循环联合支持:外周 VA-ECMO 与中心插管(右心房-升主动脉)建立的高流量 VA-ECMO 均具有呼吸循环联合支持的作用。成人股动静脉 VA-ECMO 在合并严重呼吸功能不全时为改善上下半身氧供不匹配现象(蓝头综合征或南北综合征)可考虑行 V-AV ECMO。VV-A ECMO 可通过减少流经心脏血流量,用于改善 VA-ECMO 所致左室扩张^[83]。

共识意见 33:推荐根据 ECMO 辅助方式决定血管通路。(8.23 分)

VV-ECMO 常常选用股静脉—颈静脉途径,股静脉推荐作为静脉血引流插管置管部位,首选右股静脉,其次选左股静脉;颈内静脉推荐作为富氧血回流插管部位,首选右侧颈内静脉,次选左侧;不推荐双侧股静脉置管建立 VV-ECMO,其局限性在于流量受限并且再循环比例过高^[81]。

VA-ECMO 常选择股静脉—股动脉途径,同侧或双侧股血管均可。VA-ECMO 也可选择颈内静脉—腋动脉途径,腋动脉插管的优势在于可避免南北综合征,可进行运动康复训练等。

VV-A ECMO 多是在股静脉—股动脉基础上加一根颈内静脉引流,通过充分引流减少左室扩张或上半身缺氧。V-AV ECMO 则是在股静脉—股动脉基础上加一根颈内静脉回血,改善上半身缺氧^[84-85]。

共识意见 34:推荐在影像学指导下穿刺置管并判断插管的位置。(8.48 分)

经验上 ECMO 治疗可根据体重选择插管型号。一般成人 ECMO(VA-或 VV-ECMO)引血端选择 21~23 Fr 静脉插管,回血端选择 17~21 Fr 动脉插管^[86]。在置管前采用超声检查确定血管位置和直径,可帮助进行定位和选择合适的导管,尤其是股动脉置管时。血管直径×3 可得出该血管的最大插管型号(Fr)。如果成人 VV-ECMO 采用单根双腔插管(DLSC)一般选择 27~29 Fr DLSC(较小的 Avalon 19 Fr 导管,支持 2.5 L/min 的流量,Avalon 27 Fr 导管支持 5 L/min 的流量。而 Crescent 30 Fr 导管,支持高达

7 L/min 的流量)。可根据超声测得的患者右侧颈内静脉直径预判是否合适^[87]。

为了快速建立置管,确定导管的合适位置,并降低血管损伤风险,首选在血管超声引导下建立置管^[88-89]。X 线(X 线透视或 X 线平片)在某些情况下也是有用的,比如在导管室进行的 ECMO 置管;标准的胸部 X 线片足以确认恰当的插管位置^[90-91]。

共识意见 35:推荐 ECMO 置管首选经皮穿刺策略,若经皮穿刺失败,行外科切开置管。(7.97 分)

经皮建立外周 VV-ECMO 置管是最常用的方式,推荐血管超声引导下采用 Seldinger 技术穿刺置管^[92],有助于减少穿刺部位出血风险,改善患者舒适度。VA-ECMO 置管同样推荐首选 Seldinger 技术经皮穿刺置管,包括 ECPR 的置管。推荐在血管超声实时引导下穿刺置管,提高一次穿刺成功率^[84]。外科切开置管是在经皮穿刺失败时的一种挽救性方法,主要优点是在插管时直接可视化血管、视野暴露清晰的优势。推荐外科切开后,直视下采用 Seldinger 技术置入插管^[93]。切开法增加了出血和感染的风险,护理难度也随之增加,同时拔管时增加患者不适感^[94]。

共识意见 36:推荐 VA-ECMO 采用股动脉或腋动脉插管时行远端肢体灌注。(8.09 分)

股静脉-股动脉 VA-ECMO 时,为减少动脉插管侧的下肢缺血并发症,推荐超声引导下在同侧股浅动脉放置一个 6~8 Fr 的远端顺行灌注插管(有时称为远端肢体灌注插管)连接于动脉插管侧孔^[95-96]。选择腋动脉插管时也应考虑上述情况,采用远端灌注管避免上肢缺血并发症^[90, 96]。

如果使用型号较小的动脉插管(15 Fr 和 17 Fr),可通过近红外光谱(NIRS)组织氧饱和度检测仪,决定是否放置远端肢体灌注管。组织氧饱和度应超过 50%,最好 60%,两侧肢体组织氧饱和度差异应<20%^[90]。

共识意见 37:对于预估适合进行清醒 VV-ECMO 治疗并且右颈内静脉满足流量要求的患者,可采用 DLSC。(7.81 分)

DLSC 由单个插管组成,在超声或 X 线引导下该插管从右侧颈内静脉经上腔静脉和右心房插入下腔静脉,引血口分别位于上、下腔静脉内,回血口正对三尖瓣开口。考虑到该插管的钢度和轮廓,不主张其他插管部位,例如左颈内静脉或锁骨下静脉^[85],DLSC 插管的优点是它避免了额外的股静脉插管,这使得患者俯卧位通气治疗更加容易^[87],同



时有助于清醒患者的早期活动,例如在 VV-ECMO 支持下坐起来甚至行走^[83]。但 DLSC 也存在流量受限、置管难度大、可能引起颅高压等缺点^[81]。所以,我们建议对适合行清醒 ECMO 患者(如等待肺移植者)使用 DLSC。如患者存在血流动力学不稳定、多器官衰竭、神经功能障碍等情况^[97-98],估计行清醒 ECMO 几率不大,不宜使用 DLSC。

共识意见 38:推荐在缝合固定的基础上,采用有效措施确切固定 ECMO 插管。(7.99 分)

导管脱出是 ECMO 最严重的并发症之一,因此防止导管脱出是 ECMO 护理中的核心问题之一^[99]。导致导管脱出的首要原因就是导管固定不确切^[100]。而随着清醒 ECMO 以及早期康复理念的提出,采用有效措施确切固定 ECMO 插管变得尤其重要^[101]。根据 ELSO 指南的建议,为防止意外拔管,将外周插管在皮肤上缝合固定至少 2 处是临床上最常见的缝合固定方式^[101]。其他的固定方法包括 Grip-Lok 固定装置^[102]、Foley 导管固定装置、环形敷料等,这些固定方法都不是专门为 ECMO 固定设计的,因此,使用这些固定方法时可能存在一定风险。ECMO 插管置入后,为了识别导管移位,必须检查插管位置和插管外露长度予以记录^[103]。在股血管进行 ECMO 操作的患者,插管和管路至少需沿大腿长轴固定 40 cm 长度,保护好与导管接触的皮肤^[103]。在此基础上可采用长度>40 cm 的透明医用手术薄膜进行外部固定,这样既可有效固定导管,又可观察穿刺部位是否感染及出血。

共识意见 39:推荐 VV-ECMO 时,对再循环率进行监测及优化。(8.1 分)

VV-ECMO 治疗过程中,由于引血管和回血管均在腔静脉内,血液经过膜肺氧合后从回血管返回右房入口时,有一部分被吸回到引血管中,这种现象称之为再循环^[81]。ECMO 再循环率的计算方法包括 CVL 法、 S_{O_2} 法和超声稀释法等^[104]。但是由于这些方法均不容易在床旁操作,因此,在临床中难以精确测定 ECMO 的再循环率。然而,临床医生在工作中更关注 ECMO 是否存在明显再循环。有研究表明,ECMO 引血管中(膜肺前)的血氧饱和度>75% 并且患者血氧饱和度<85% 时,表明 ECMO 存在明显再循环,另外,膜肺前血氧分压(PO_2)小于膜肺后 PO_2 的 10% 时,表明 ECMO 未出现明显再循环^[105]。

一旦诊断为明显再循环时,应采取措施来减少再循环。对于使用双插管的 VV-ECMO 患者,一般

认为引血端与回血端的端口距离应至少间隔 10 cm^[91],若出现明显再循环时,可将引血端与回血端的端口距离调整至 15 cm^[106]。有经验表明,股静脉引血端的端口在靠近心房与下腔静脉的交界处,侧孔位于下腔静脉的肝段时,为引血端的最佳部位^[91]。

共识意见 40:推荐经皮穿刺外周型 VA-ECMO 撤除动脉插管时采用经皮血管缝合技术。(7.86 分)

外周型 VA-ECMO 在撤除动脉插管时,通常有动脉压迫、外科切开缝合及经皮血管缝合技术三种方法^[107-108]。与直接压迫相比,使用经皮血管缝合技术缝合血管,血管修复失败,需要外科切开修复血管的比例更低^[108]。与外科切开缝合相比,经皮血管缝合技术在远端肢体缺血、插管部位出血、感染及坏死发生率均较低^[108]。所以在外周型 VA-ECMO 在撤除动脉插管时,首先推荐使用经皮血管缝合技术修复血管,如使用经皮血管缝合失败,可考虑外科切开缝合的方法^[108],确保拔除后无出血和血肿等并发症。

共识意见 41:推荐 ECMO 同时行 CRRT 或其他血液净化时,首先尝试与 ECMO 系统并联。(7.88 分)

ECMO 同时行 CRRT 时,通常有独立的 CRRT 通路、在 ECMO 循环通路上并联加入血液净化器、将 CRRT 设备与 ECMO 并联三种连接方式^[109]。相较于独立的 CRRT 通路,CRRT 与 ECMO 并联的滤器寿命更长^[109]。笔者推荐 ECMO 同时行 CRRT 或其他血液净化方式时,首先尝试与 ECMO 系统并联。虽然这种并联方式常存在 CRRT 自循环,但自循环量较小,可忽略。CRRT 并联 ECMO 时有多种连接方式,泵前、膜泵之间、膜后三个点均可采用,没有证据表明某一种连接方式优于另一连接方式^[110]。

为了减少 ECMO 并联 CRRT 时的报警,可选择具备调节压力报警范围功能的血液净化设备。如治疗过程中,由于 ECMO 系统过高的压力导致的 CRRT 设备报警,可在 CRRT 管路和 ECMO 管路之间增加额外的旁路管或压力调节管(内径 1.5 mm)来减少 CRRT 压力报警^[111]。如血液净化设备引血压或回血压频繁报警,又无旁路管或压力调节管,可重新穿刺建立独立 CRRT 血管通路。

七、儿科重症血液净化血管通路

共识意见 42:推荐选择适合儿童的血液净化方式。(8.09 分)



重症患儿进行肾替代治疗首选床旁连续血液净化的方式^[112-113]；对于建立血管通路困难且非腹部外科围手术期的新生儿、婴儿或儿童，可采用腹膜透析的方式进行肾替代治疗。腹膜透析建议采用单腔或双腔软质导管，导管通路建议采用左侧“反麦氏点”（脐与左侧髂前上棘连线的中外 1/3 点）进针，并将导管置入腹腔^[114]。

共识意见 43：推荐根据患儿年龄、体重选择合适的导管型号和置管位置。（8.21 分）

临床上常用的血管通路有颈内静脉、锁骨下静脉和股静脉。锁骨下静脉置管操作难度大，临床实际操作中使用较少；股静脉置管限制了患者的活动，有更高的再循环率；右侧颈内静脉置管比左侧颈内静脉置管能更直接地到达上腔静脉和右心房，血流量更多，并发症更少，因此首选右侧颈内静脉置管^[115-116]。详见表 1。

表 1 儿童血液净化导管型号及置管位置选择

患儿体重	导管规格	插管位置
新生儿	6 Fr 或 7 Fr 双腔导管	颈内静脉 ^[116] ，若血管内径过细，可选择在颈内静脉及股静脉分别植入 5 Fr 中心静脉置管 ^[117]
3~6 kg	6 Fr 或 7 Fr 双腔导管	颈内或锁骨下静脉 ^[116]
>6~30 kg	8 Fr 或 9 Fr 双腔导管	颈内、锁骨下或股静脉
>30 kg	10 Fr 双腔导管或 12 Fr 三腔导管	颈内、锁骨下或股静脉

既往认为避免将导管尖端放置在右心房，以减少发生心房颤动、右心房壁穿孔和心包填塞的风险^[118]，但近年来有研究发现右心房穿孔及心包填塞的发生与置管技术相关，而与导管尖端位置关系不大。推荐将导管尖端留置在腔静脉与右心房交界处或右心房内，建议所有导管在使用前均应通过胸部 X 线来确认导管尖端的位置，以减少并发症的发生^[38, 119-122]。

共识意见 44：推荐根据超声评估结果选择合适的血液净化导管并在超声引导下穿刺置管。（8.37 分）

建议置管前使用超声评估血管内径，以选择合适粗细的血液净化导管。推荐使用超声引导进行透析导管的插管操作（包括颈内静脉、股静脉等）^[123-124]。多项研究证实，儿童置管相对于通过解剖学位置穿刺方法，超声引导下置管可明显降低置管失败率，减少置管时间以及相应置管并发症的发生（包括误穿动脉、气胸、血胸、空气栓塞等）^[125-127]。

共识意见 45：推荐儿科 ECMO 选用适合儿童的

动脉插管或静脉插管。（8.3 分）

由于目前国内尚无儿科双腔插管，超声严格评估股血管直径允许，方可采用 VV-ECMO 支持^[116]。由于 VV 模式 ECMO 不具备心脏支持功能，使用前需严格评估心脏功能^[128]。对于体重 >30 kg 的患儿需要进行 ECMO 呼吸支持时，应测量血管直径，特别是股静脉直径后，决定是否具备 VV-ECMO 支持可能^[129]。推荐儿童 ECMO 置管前使用超声评估血管直径，并依据公式：型号 (Fr)=血管内径 (mm)×3 选择 ECMO 插管^[130]。

共识意见 46：推荐根据年龄及超声评估选择儿科 ECMO 的插管位置。（8.21 分）

儿科患者进行 ECMO 支持时，因不同年龄、不同体重患儿颈部血管及股血管各自发育的不同特点及直径，对于体重在 15 kg 以下的患儿，首选颈部血管置入 ECMO 插管；对于体重在 30 kg 以上的患儿，首选股血管置管，但需严格进行血管直径超声评估；而体重在 15~30 kg 患儿颈部、股血管均可考虑，需行超声评估血管直径再实施 ECMO 置入^[129, 131]。儿童 ECMO 的置管选择，可按照如下原则进行^[101, 132-133]。

1.VA-ECMO：股静脉直径 <5 mm 的患儿，由于无法放置 15 Fr 以上的插管且 15 Fr 以下插管无法满足引流需要，建议采用右侧颈内静脉置入引流管；同理，对于股动脉直径 <5 mm 的患儿，建议采用右侧颈总动脉置入动脉插管。即：体重 <30 kg 的患儿一般采用右侧颈部血管置入 VA-ECMO 置管；体重 ≥30 kg 的患儿需评估股血管直径而后决定引流管及回血管位置；如选择股动脉作为回血管位置，建议常规放置远端灌注管，减少动脉插管侧的下肢缺血并发症^[97]。

2.VV-ECMO：对于 5 mm ≤ 股静脉直径 <7 mm 的大体重患儿，当股静脉无法满足 15 Fr 引流管置入时，可采用颈内静脉置管引流-股静脉置管回血的“逆”VV-ECMO 循环；对于股静脉直径 ≥7 mm 的患儿，因股血管发育程度可，VV-ECMO 循环同成人模式，即股静脉引血-颈内静脉回血的模式。

共识意见 47：推荐儿童 ECMO 同时行 CRRT，首先尝试将 CRRT 管路并联至 ECMO 管路。（8.01 分）

CRRT 常用于 ECMO 患者出现急性肾损伤及液体过负荷时的管理^[134]。ECMO 治疗期间实施 CRRT 方法包括：独立的 CRRT 血管通路、CRRT 滤器并联接入膜肺管路 (in-line haemofilter)、CRRT 机



器并联接入膜肺管路^[135]。独立 CRRT 需要建立额外的血管通路,更高的体外循环容量、同时管理两个独立的体外循环,优势在于两个独立的体外循环系统互不干扰;in-line haemofilter 系统需要额外静脉输液泵控制液体及超滤速度,增加护理工作负担,缺少压力监测同时存在液体平衡误差风险^[136],临床应用不多。目前临床以将 CRRT 机器并联接入 ECMO 管路方式多见^[137],但也存在空气俘获、CRRT 压力超出报警限、增加额外接口血栓形成等风险。

综上,本共识基于循证医学证据,可为重症血液净化血管通路的建立更全面评估、个体化诊疗方案的优化提供规范化建议,仅为相关临床专业人员参考,不作为法律依据。同时,本共识专家组将继续跟进重症血液净化血管通路研究和诊治进展,与时俱进地不断完善和优化本共识,也希望相关专业同仁提出改进建议。

本共识制订专家名单

执笔专家(以姓氏汉语拼音为序):陈伟明(复旦大学附属儿科医院重症医学科);陈秀凯(匹兹堡大学医学院心肺与血管研究所);高恺(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);韩世权(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);洪小杨(解放军总医院第七医学中心儿童医学部重症医学科);李昌斌(上海市第十人民医院肾内科);刘国梁(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);刘松桥(中南大学附属中大医院重症医学科);陆国平(复旦大学附属儿科医院重症医学科);邱占军(山东中医药大学附属医院呼吸与危重症医学科);苏晓蕾(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);田仁斌(遵义医学院附属医院心外科);王义(西安儿童医院重症医学科);吴国志(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);邢志群(山东第一医科大学附属省立医院重症医学三科);杨荣利(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);张宏民(北京协和医院重症医学科);赵举(首都医科大学附属安贞医院心脏危重病中心);赵喆(解放军总医院第七医学中心儿科医学部重症医学科)

共识专家组成员(以姓氏汉语拼音为序):柴文昭(北京协和医院重症医学科);陈德昌(上海交通大学医学院附属瑞金医院重症医学科);陈敏英(中山大学附属第一医院重症医学科);陈煜(首都医科大学附属北京佑安医院肝病中心四科疑难肝病及人工肝中心);崔嵩(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);代晓明(大连医科大学附属第一医院重症医学科);高君兰(大连医科大学附属第二医院重症医学科);高丽娟(南方医科大学珠江医院重症医学科);巩固(锦州市中心医院重症医学科);何怀武(北京协和医院重症医学科);胡振杰(河北医科大学第四医院重症医学

科);冀晓俊(首都医科大学附属北京友谊医院重症医学科);姜晓东(大连医科大学附属第二医院重症医学科);李国强(武警特色医学中心综合重症医学科);李素玮(大连医科大学附属第一医院重症医学科);李艳霞(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);李杨(中国医科大学附属盛京医院重症医学科);李颖(首都医科大学附属北京佑安医院肝病四科);李元忠(大连金石滩医院);李政霖(大连理工大学附属大连市中心医院重症医学科);李尊柱(北京协和医院重症医学科);刘大为(北京协和医院重症医学科);刘丽霞(河北医科大学第四医院重症医学科);马晓春(中国医科大学附属第一医院重症医学科);倪冬姝(中国医科大学附属第一医院重症医学科);庞静(广西壮族自治区人民医院重症医学科);彭小贝(中南大学湘雅医院重症医学科);邱泽武(解放军总医院第五医学中心中毒救治科);石秦东(西安交通大学第一附属医院重症医学科);史亮(北部战区总医院呼吸与危重症医学科);孙会志(丹东市第一医院重症医学科);孙仁华(浙江省人民医院重症医学科);宋景春(解放军联勤保障部队第九〇八医院重症医学科);唐静(北京朝阳医院 SICU);万献尧(大连医科大学附属第一医院重症医学科);王小亭(北京协和医院重症医学科);温萌(北京医院风湿免疫科);杨向红(浙江省人民医院重症医学科);于健(大连医科大学附属第二医院重症医学科);张丽娜(中南大学湘雅医院重症医学科);张凌(四川大学华西医院肾脏内科);张妍(辽健集团抚矿总医院重症医学科);张颖(山东第一医科大学第一附属医院重症医学科);赵琳(大连理工大学附属大连市中心医院);周平(四川省人民医院急救中心 EICU);朱桂军(河北医科大学第四医院重症医学科);邹和群(深圳大学附属华南医院肾脏病中心)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 刘大为,杨荣利,陈秀凯.重症血液净化[M].北京:人民卫生出版社,2017.
- [2] Ronco C, Ricci Z, Husain-Syed F. From multiple organ support therapy to extracorporeal organ support in critically ill patients[J]. Blood Purif, 2019, 48(2):99-105. DOI: 10.1159/000490694.
- [3] Vincent JL. Introduction to extracorporeal multiple organ support[J]. Blood Purif, 2019, 48(2):97-98. DOI: 10.1159/000492380.
- [4] 金其庄,王玉柱,叶朝阳,等.中国血液透析用血管通路专家共识(第2版)[J].中国血液净化,2019,18(6):365-381. DOI:10.3969/j.issn.1671-4091.2019.06.001.
- [5] Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update[J]. Am J Kidney Dis, 2020, 75(4 Suppl 2):S1-S164. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001.
- [6] Fluck R, Kumwenda M. Renal association clinical practice guideline on vascular access for haemodialysis[J]. Nephron Clin Pract, 2011, 118 Suppl 1:c225-c240. DOI: 10.1159/000328071.



- [7] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): c179-c184. DOI: 10.1159/000339789.
- [8] 赵君花, 卢燕, 丁琳, 等. 3 518 例次 CRRT 治疗故障报警原因分析及指导[J]. *中国血液净化*, 2014, 13(4): 353-354. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2014.04.017.
- [9] 王好, 崔俊. CRRT 患者血管通路血流量不足的原因分析及护理对策[J]. *中国血液净化*, 2013, 12(3): 170-173. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2013.03.016.
- [10] McCanny PJ, Misran H, O'Connor E. Blood pump alarm activation during continuous renal replacement therapy: effects on filter lifespan[J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38: s10.
- [11] Uchino S, Fealy N, Baldwin I, et al. Continuous is not continuous: the incidence and impact of circuit "down-time" on uraemic control during continuous veno-venous haemofiltration[J]. *Intensive Care Med*, 2003, 29(4): 575-578. DOI: 10.1007/s00134-003-1672-8.
- [12] Komazawa N, Mihara R, Minami T. Central venous access training simulator that enables dilator or catheter insertion[J]. *Acute Med Surg*, 2016, 3(4): 424-425. DOI: 10.1002/ams2.169.
- [13] Comerlato PH, Rebelatto TF, Santiago de Almeida FA, et al. Complications of central venous catheter insertion in a teaching hospital[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2017, 63(7): 613-620. DOI: 10.1590/1806-9282.63.07.613.
- [14] RENAL Replacement Therapy Study Investigators, Bellomo R, Cass A, et al. Intensity of continuous renal-replacement therapy in critically ill patients[J]. *N Engl J Med*, 2009, 361(17): 1627-1638. DOI: 10.1056/NEJMoa0902413.
- [15] VA/NIH Acute Renal Failure Trial Network, Palevsky PM, Zhang JH, et al. Intensity of renal support in critically ill patients with acute kidney injury[J]. *N Engl J Med*, 2008, 359(1): 7-20. DOI: 10.1056/NEJMoa0802639.
- [16] Palevsky PM, Liu KD, Brophy PD, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(5): 649-672. DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.02.349.
- [17] Ipe TS, Marques MB. Vascular access for therapeutic plasma exchange[J]. *Transfusion*, 2018, 58 Suppl 1: 580-589. DOI: 10.1111/trf.14479.
- [18] Barth D, Sanchez A, Thomsen AM, et al. Peripheral vascular access for therapeutic plasma exchange: a practical approach to increased utilization and selecting the most appropriate vascular access[J]. *J Clin Apher*, 2020, 35(3): 178-187. DOI: 10.1002/jca.21778.
- [19] Honore PM, Spapen HD. Evolution of vascular access and anticoagulation[J]. *Contrib Nephrol*, 2018, 194: 15-24. DOI: 10.1159/000485597.
- [20] Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access[J]. *Anesthesiology*, 2020, 132(1): 8-43. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002864.
- [21] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections [J]. *Clin Infect Dis*, 2011, 52(9): e162-e193. DOI: 10.1093/cid/cir257.
- [22] 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.
- [23] Bishop L, Dougherty L, Bodenham A, et al. Guidelines on the insertion and management of central venous access devices in adults[J]. *Int J Lab Hematol*, 2007, 29(4): 261-278. DOI: 10.1111/j.1751-553X.2007.00931.x.
- [24] Unger JK, Haltern C, Portz B, et al. Relation of haemofilter type to venous catheter resistance is crucial for filtration performance and haemocompatibility in CVVH--an in vitro study[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2006, 21(8): 2191-2201. DOI: 10.1093/ndt/gfl068.
- [25] 亚洲急危重症协会中国腹腔重症协作组. 重症患者中心静脉导管管理中国专家共识(2022版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2022, 21(3): 313-322. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220208-00068.
- [26] Eastwood GM, Peck L, Young H, et al. Haemodynamic Impact of a slower pump speed at start of continuous renal replacement therapy in critically ill adults with acute kidney injury: a prospective before-and-after study [J]. *Blood Purif*, 2012, 33(1-3): 52-58. DOI: 10.1159/000333838.
- [27] 刘大为, 王小亭, 张宏民, 等. 重症血流动力学治疗——北京共识 [J]. *中华内科杂志*, 2015, 54(3): 248-271. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.03.021.
- [28] Parienti JJ, Thirion M, Mégarbane B, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2008, 299(20): 2413-2422. DOI: 10.1001/jama.299.20.2413.
- [29] 魏嘉麟, 古莹, 徐荣臻. 英国中心静脉通路装置的置入与处理指南要点及解读[J]. *国际输血及血液学杂志*, 2008, 31(1): 82-84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-419X.2008.01.022.
- [30] Ramos GE, Bolgiani AN, Patiño O, et al. Catheter infection risk related to the distance between insertion site and burned area[J]. *J Burn Care Rehabil*, 2002, 23(4): 266-271. DOI: 10.1097/00004630-200207000-00007.
- [31] 中华医学会重症医学分会. 血管内导管相关感染的预防与治疗指南(2007)[J]. *中华内科杂志*, 2008, 47(8): 691-699. DOI: 10.3321/j.issn:0578-1426.2008.08.031.
- [32] Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(12): 1291-1318. DOI: 10.1016/j.echo.2011.09.021.
- [33] Schmidt GA, Blaivas M, Conrad SA, et al. Ultrasound-guided vascular access in critical illness[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(4): 434-446. DOI: 10.1007/s00134-019-05564-7.
- [34] Lee T, Lok C, Vazquez M, et al. Minimizing hemodialysis catheter dysfunction: an ounce of prevention[J]. *Int J Nephrol*, 2012, 2012: 170857. DOI: 10.1155/2012/170857.
- [35] Gorski LA, Hadaway L, Hagle ME, et al. Infusion Therapy Standards of Practice, 8th Edition[J]. *J Infus Nurs*, 2021, 44(1S Suppl 1): S1-S224. DOI: 10.1097/NAN.0000000000000396.
- [36] Pittiruti M, Pelagatti F, Pinelli F. Intracavitary electrocardiography for tip location during central venous catheterization: a narrative review of 70 years of clinical studies[J]. *J Vasc Access*, 2021, 22(5): 778-785. DOI: 10.1177/1129729820929835.



- [37] Greca A, Iacobone E, Elisei D, et al. ECHOTIP: a structured protocol for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in adult patients[J]. *J Vasc Access*, 2021; 11297298211044325. DOI: 10.1177/11297298211044325.
- [38] Morgan D, Ho K, Murray C, et al. A randomized trial of catheters of different lengths to achieve right atrium versus superior vena cava placement for continuous renal replacement therapy[J]. *Am J Kidney Dis*, 2012, 60(2): 272-279. DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.01.021.
- [39] Richardson A, Whatmore J. Nursing essential principles: continuous renal replacement therapy[J]. *Nurs Crit Care*, 2015, 20(1):8-15. DOI: 10.1111/nicc.12120.
- [40] 徐婷婷, 居敏洁, 邵珍珍, 等. 床旁连续性血液净化治疗重症急性胰腺炎患儿的护理[J]. *中华护理杂志*, 2019, 54(4): 575-577. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2019.04.020.
- [41] 李克佳, 付月亿, 王欢, 等. 连续性肾脏替代治疗体外循环凝血的影响因素及预防对策研究进展[J]. *中国血液净化*, 2018, 17(2):129-132. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2018.02.013.
- [42] 中国重症血液净化协作组, 中国重症血液净化协作组护理学组. 中国重症血液净化护理专家共识(2021 年)[J]. *中华现代护理杂志*, 2021, 27(34):4621-4632. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20210428-01873.
- [43] 杨荣利, 陈秀凯, 王小亭, 等. 重症血液净化与集成[J]. *协和医学杂志*, 2017, 8(6): 375-380. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9081.2017.06.011.
- [44] Valle EO, Cabrera C, Albuquerque C, et al. Continuous renal replacement therapy in COVID-19-associated AKI: adding heparin to citrate to extend filter life-a retrospective cohort study[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1):299. DOI: 10.1186/s13054-021-03729-9.
- [45] Sansom B, Sriram S, Presneill J, et al. Circuit hemodynamics and circuit failure during continuous renal replacement therapy[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(11): e872-e879. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003958.
- [46] 中华医学会. 重症医学 2020[M]. 北京: 中华医学电子音像出版社, 2020.
- [47] Michel T, Ksouri H, Schneider AG. Continuous renal replacement therapy: understanding circuit hemodynamics to improve therapy adequacy[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2018, 24(6): 455-462. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000545.
- [48] Dunn WJ, Sriram S. Filter lifespan in critically ill adults receiving continuous renal replacement therapy: the effect of patient and treatment-related variables[J]. *Crit Care Resusc*, 2014, 16(3):225-231.
- [49] Casey AL, Worthington T, Lambert PA, et al. A randomized, prospective clinical trial to assess the potential infection risk associated with the PosiFlow needleless connector[J]. *J Hosp Infect*, 2003, 54(4): 288-293. DOI: 10.1016/s0195-6701(03)00130-0.
- [50] Gorski LA. The 2016 Infusion Therapy Standards of Practice[J]. *Home Healthc Now*, 2017, 35(1):10-18. DOI: 10.1097/NHH.0000000000000481.
- [51] 蔡虹, 高凤莉. 导管相关感染防控最佳护理实践专家共识[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [52] 中华护理学会静脉治疗护理专业委员会. 静脉治疗护理技术操作规范[J]. *中国护理管理*, 2014, 14(1): 1-4.
- [53] Ivan DM, Smith T, Allon M. Does the heparin lock concentration affect hemodialysis catheter patency? [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2010, 5(8): 1458-1462. DOI: 10.2215/CJN.01230210.
- [54] Yon CK, Low CL. Sodium citrate 4% versus heparin as a lock solution in hemodialysis patients with central venous catheters[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2013, 70(2): 131-136. DOI: 10.2146/ajhp120300.
- [55] Weijmer MC, van den Dorpel MA, Van de Ven PJ, et al. Randomized, clinical trial comparison of trisodium citrate 30% and heparin as catheter-locking solution in hemodialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2005, 16(9): 2769-2777. DOI: 10.1681/ASN.2004100870.
- [56] Polaschegg HD, Sodemann K. Risks related to catheter locking solutions containing concentrated citrate[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2003, 18(12): 2688-2690. DOI: 10.1093/ndt/gfg481.
- [57] Gunawansa N, Sudusinghe DH, Wijayarathne DR. Hemodialysis catheter-related central venous thrombosis: clinical approach to evaluation and management[J]. *Ann Vasc Surg*, 2018, 51: 298-305. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.02.033.
- [58] Kearon C, Akl EA, Ornella J, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report [J]. *Chest*, 2016, 149(2): 315-352. DOI: 10.1016/j.chest.2015.11.026.
- [59] Wall C, Moore J, Thachil J. Catheter-related thrombosis: a practical approach[J]. *J Intensive Care Soc*, 2016, 17(2): 160-167. DOI: 10.1177/1751143715618683.
- [60] Yardim H, Erkoç R, Soyoral YU, et al. Assessment of internal jugular vein thrombosis due to central venous catheter in hemodialysis patients: a retrospective and prospective serial evaluation with ultrasonography[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2012, 18(6): 662-665. DOI: 10.1177/1076029611432739.
- [61] Kakkos SK, Gohel M, Baekgaard N, et al. Editor's choice-european society for vascular surgery (ESVS) 2021 clinical practice guidelines on the management of venous thrombosis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(1):9-82. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.09.023.
- [62] Ng YH, Ganta K, Davis H, et al. Vascular access site for renal replacement therapy in acute kidney injury: a post hoc analysis of the ATN study[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2017, 4:40. DOI: 10.3389/fmed.2017.00040.
- [63] 中华医学会重症医学分会, 马晓春. ICU 患者深静脉血栓形成预防指南(2009)[J]. *中华内科杂志*, 2009, 48(9): 788-792. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2009.09.028.
- [64] Rappold JF, Sheppard FR, Carmichael II SP, et al. Venous thromboembolism prophylaxis in the trauma intensive care unit: an American Association for the Surgery of Trauma Critical Care Committee Clinical Consensus Document[J]. *Trauma Surg Acute Care Open*, 2021, 6(1): e000643. DOI: 10.1136/tsaco-2020-000643.
- [65] 全国肺栓塞和深静脉血栓形成防治能力建设专家委员会《医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版)》编写专家组. 医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版)[J]. *中华医学杂志*, 2022, 102(42): 3338-3348. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220623-01373.
- [66] Napalkov P, Felici DM, Chu LK, et al. Incidence of catheter-related complications in patients with central venous or hemodialysis catheters: a health care claims database analysis[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2013, 13:86. DOI: 10.1186/1471-2261-13-86.
- [67] Rajasekhar A, Streiff MB. How I treat central venous



- access device-related upper extremity deep vein thrombosis[J]. *Blood*, 2017, 129(20): 2727-2736. DOI: 10.1182/blood-2016-08-693671.
- [68] Bates SM, Jaeschke R, Stevens SM, et al. Diagnosis of DVT: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines[J]. *Chest*, 2012, 141(2 Suppl): e351S-e418S. DOI: 10.1378/chest.11-2299.
- [69] Parikh KC, Oh D, Sittipunt C, et al. Venous thromboembolism prophylaxis in medical ICU patients in Asia (VOICE Asia): a multicenter, observational, cross-sectional study[J]. *Thromb Res*, 2012, 129(4): e152-e158. DOI: 10.1016/j.thromres.2012.01.012.
- [70] Weijmer MC, Vervloet MG, ter Wee PM. Compared to tunnelled cuffed haemodialysis catheters, temporary untunnelled catheters are associated with more complications already within 2 weeks of use[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, 19(3): 670-677. DOI: 10.1093/ndt/fgf581.
- [71] Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site[J]. *N Engl J Med*, 2015, 373(13):1220-1229. DOI: 10.1056/NEJMoa1500964.
- [72] Halton K, Graves N. Economic evaluation and catheter-related bloodstream infections[J]. *Emerg Infect Dis*, 2007, 13(6):815-823. DOI: 10.3201/eid1306.070048.
- [73] Mazzolai L, Ageno W, Alatri A, et al. Second consensus document on diagnosis and management of acute deep vein thrombosis: updated document elaborated by the ESC Working Group on aorta and peripheral vascular diseases and the ESC Working Group on pulmonary circulation and right ventricular function[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2022, 29(8): 1248-1263. DOI: 10.1093/eurjpc/zwab088.
- [74] Ortel TL, Neumann I, Ageno W, et al. American Society of Hematology 2020 guidelines for management of venous thromboembolism: treatment of deep vein thrombosis and pulmonary embolism[J]. *Blood Adv*, 2020, 4(19): 4693-4738. DOI: 10.1182/bloodadvances.2020001830.
- [75] Roberts L, Rozen T, Murphy D, et al. A preliminary study of intensivists-performed DVT ultrasound screening in trauma ICU patients (APSIT Study)[J]. *Ann Intensive Care*, 2020, 10(1):122. DOI: 10.1186/s13613-020-00739-8.
- [76] Yevzlin AS. Hemodialysis catheter-associated central venous stenosis[J]. *Semin Dial*, 2008, 21(6):522-527. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2008.00496.x.
- [77] Ge X, Cavallazzi R, Li C, et al. Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 2012(3): CD004084. DOI: 10.1002/14651858.CD004084.pub3.
- [78] Agarwal AK, Haddad NJ, Khabiri H. How should symptomatic central vein stenosis be managed in hemodialysis patients? [J]. *Semin Dial*, 2014, 27(3): 278-281. DOI: 10.1111/sdi.12205.
- [79] Vellalacheruvu N, Monigari N, Devasia T, et al. Central vein stenosis masquerading as venous thrombosis[J]. *BMJ Case Rep*, 2014, 2014: bcr2014-203690. DOI: 10.1136/bcr-2014-203690.
- [80] Pacilio M, Borrelli S, Conte G, et al. Central venous stenosis after hemodialysis: case reports and relationships to catheters and cardiac implantable devices [J]. *Cardiorenal Med*, 2019, 9(3):135-144. DOI: 10.1159/000496065.
- [81] Tonna JE, Abrams D, Brodie D, et al. Management of adult patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO): guideline from the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) [J]. *ASAIO J*, 2021, 67(6): 601-610. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001432.
- [82] Bartos JA, Grunau B, Carlson C, et al. Improved survival with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation despite progressive metabolic derangement associated with prolonged resuscitation[J]. *Circulation*, 2020, 141(11): 877-886. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042173.
- [83] Napp LC, Kühn C, Hoeper MM, et al. Cannulation strategies for percutaneous extracorporeal membrane oxygenation in adults[J]. *Clin Res Cardiol*, 2016, 105(4): 283-296. DOI: 10.1007/s00392-015-0941-1.
- [84] Lorusso R, Whitman G, Milojevic M, et al. 2020 EACTS/ELSO/STS/AATS expert consensus on post-cardiotomy extracorporeal life support in adult patients[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021, 59(1): 12-53. DOI: 10.1093/ejcts/ezaa283.
- [85] Pooboni SK, Gulla KM. Vascular access in ECMO[J]. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 37(Suppl 2): 221-231. DOI: 10.1007/s12055-020-00999-w.
- [86] 龙村, 侯晓彤, 赵举. ECMO: 体外膜肺氧合 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [87] Shaheen A, Tanaka D, Cavarocchi NC, et al. Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (VV ECMO): indications, preprocedural considerations, and technique [J]. *J Card Surg*, 2016, 31(4): 248-252. DOI: 10.1111/jocs.12690.
- [88] Guidelines for the Use of Transesophageal Echocardiography (TEE) in the ED for cardiac arrest[J]. *Ann Emerg Med*, 2017, 70(3): 442-445. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2017.06.033.
- [89] Fair J, Tonna J, Ockerse P, et al. Emergency physician-performed transesophageal echocardiography for extracorporeal life support vascular cannula placement[J]. *Am J Emerg Med*, 2016, 34(8): 1637-1639. DOI: 10.1016/j.ajem.2016.06.038.
- [90] Lorusso R, Shekar K, MacLaren G, et al. ELSO interim guidelines for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in adult cardiac patients[J]. *ASAIO J*, 2021, 67(8):827-844. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001510.
- [91] Xie A, Yan TD, Forrest P. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Crit Care*, 2016, 36:107-110. DOI: 10.1016/j.jcrc.2016.05.027.
- [92] 中国医师协会呼吸医师分会危重症医学专业委员会, 中华医学会呼吸病学会危重症医学学组. 体外膜式氧合治疗成人重症呼吸衰竭推荐意见[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2019, 42(9): 660-684. DOI: 10.3760/cma.jissn.1001-0939.2019.09.006.
- [93] Schmitzberger FF, Haas NL, Coute RA, et al. ECPR2: expert consensus on percutaneous cannulation for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation[J]. *Resuscitation*, 2022, 179: 214-220. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2022.07.003.
- [94] Jayaraman AL, Cormican D, Shah P, et al. Cannulation strategies in adult veno-arterial and veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: techniques,



- limitations, and special considerations[J]. *Ann Card Anaesth*, 2017, 20(Supplement):S11-S18. DOI: 10.4103/0971-9784.197791.
- [95] Juo YY, Skancke M, Sanaiha Y, et al. Efficacy of distal perfusion cannulae in preventing limb ischemia during extracorporeal membrane oxygenation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Artif Organs*, 2017, 41(11): E263-E273. DOI: 10.1111/aor.12942.
- [96] Kaufeld T, Beckmann E, Ius F, et al. Risk factors for critical limb ischemia in patients undergoing femoral cannulation for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: is distal limb perfusion a mandatory approach? [J]. *Perfusion*, 2019, 34(6): 453-459. DOI: 10.1177/0267659119827231.
- [97] Langer T, Santini A, Bottino N, et al. "Awake" extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): pathophysiology, technical considerations, and clinical pioneering[J]. *Crit Care*, 2016, 20(1): 150. DOI: 10.1186/s13054-016-1329-y.
- [98] Cucchi M, Mariani S, De Piero ME, et al. Awake extracorporeal life support and physiotherapy in adult patients: a systematic review of the literature[J]. *Perfusion*, 2022: 2676591221096078. DOI: 10.1177/02676591221096078.
- [99] Niziolek KC, Preston TJ, Osborn EC. Transport while on extracorporeal membrane oxygenation support[J]. *Crit Care Clin*, 2017, 33(4): 883-896. DOI: 10.1016/j.ccc.2017.06.009.
- [100] Bull T, Corley A, Lye I, et al. Cannula and circuit management in peripheral extracorporeal membrane oxygenation: an international survey of 45 countries[J]. *PLoS One*, 2019, 14(12): e0227248. DOI: 10.1371/journal.pone.0227248.
- [101] Extracorporeal Life Support Organization. Extracorporeal life support: the ELSO red book[M]. 5th ed. Michigan: Ann Arbor, 2017: 247-254.
- [102] Barton A. Universal adhesive vascular access securement with Grip-Lok devices[J]. *Br J Nurs*, 2020, 29(8): S28-S33. DOI: 10.12968/bjon.2020.29.8.S28.
- [103] Sangalli F, Patroniti N, Pesenti A. ECMO-extracorporeal life support in adults[M]. Milano: Springer Milan, 2014.
- [104] Abrams D, Bacchetta M, Brodie D. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *ASAIO J*, 2015, 61(2): 115-121. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000179.
- [105] Sidebotham D, Allen SJ, McGeorge A, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation in adults: practical aspects of circuits, cannulae, and procedures[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2012, 26(5): 893-909. DOI: 10.1053/j.jvca.2012.02.001.
- [106] Patel B, Arcaro M, Chatterjee S. Bedside troubleshooting during venovenous extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) [J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(Suppl 14): S1698-S1707. DOI: 10.21037/jtd.2019.04.81.
- [107] Lüsebrink E, Stremmel C, Stark K, et al. Percutaneous decannulation instead of surgical removal for weaning after venoarterial extracorporeal membrane oxygenation-a crossed perclose proglide closure device technique using a hemostasis valve Y connector[J]. *Crit Care Explor*, 2019, 1(6): e0018. DOI: 10.1097/CCE.0000000000000018.
- [108] Scherer C, Stremmel C, Lüsebrink E, et al. Manual compression versus suture-mediated closure device technique for VA-ECMO decannulation[J]. *J Interv Cardiol*, 2022, 2022:9915247. DOI: 10.1155/2022/9915247.
- [109] Bridges BC, Dhar A, Ramanathan K, et al. Extracorporeal Life Support Organization guidelines for fluid overload, acute kidney injury, and electrolyte management[J]. *ASAIO J*, 2022, 68(5): 611-618. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001702.
- [110] Chen H, Yu RG, Yin NN, et al. Combination of extracorporeal membrane oxygenation and continuous renal replacement therapy in critically ill patients: a systematic review[J]. *Crit Care*, 2014, 18(6): 675. DOI: 10.1186/s13054-014-0675-x.
- [111] Na SJ, Choi HJ, Chung CR, et al. Using additional pressure control lines when connecting a continuous renal replacement therapy device to an extracorporeal membrane oxygenation circuit[J]. *BMC Nephrol*, 2018, 19(1):369. DOI: 10.1186/s12882-018-1172-2.
- [112] Lameire NH, Bagga A, Cruz D, et al. Acute kidney injury: an increasing global concern[J]. *Lancet*, 2013, 382(9887): 170-179. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60647-9.
- [113] Ronco C. Italian AKI Guidelines: the best of the KDIGO and ADQI results[J]. *Blood Purif*, 2015, 40(2): I-III. DOI: 10.1159/000439261.
- [114] Liu L, Zhang L, Liu GJ, et al. Peritoneal dialysis for acute kidney injury[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 12(12): CD011457. DOI: 10.1002/14651858.CD011457.pub2.
- [115] Schetz M. Vascular access for HD and CRRT[J]. *Contrib Nephrol*, 2007, 156:275-286. DOI: 10.1159/000102112.
- [116] Hackbarth R, Bunchman TE, Chua AN, et al. The effect of vascular access location and size on circuit survival in pediatric continuous renal replacement therapy: a report from the PPCRRT registry[J]. *Int J Artif Organs*, 2007, 30(12):1116-1121. DOI: 10.1177/039139880703001212.
- [117] El Masri K, Jackson K, Borasino S, et al. Successful continuous renal replacement therapy using two single-lumen catheters in neonates and infants with cardiac disease[J]. *Pediatr Nephrol*, 2013, 28(12): 2383-2387. DOI: 10.1007/s00467-013-2578-5.
- [118] Askegard-Giesmann JR, Caniano DA, Kenney BD. Rare but serious complications of central line insertion[J]. *Semin Pediatr Surg*, 2009, 18(2): 73-83. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2009.02.003.
- [119] Premuzic V, Perkovic D, Smiljanic R, et al. The different impacts on the long-term survival of tunneled internal jugular hemodialysis catheters based on tip position and laterality[J]. *Blood Purif*, 2017, 43(4): 315-320. DOI: 10.1159/000454670.
- [120] Premuzic V, Mihaljevic D, Pasini M, et al. Durability of tunneled catheters in children is associated with catheter tip depth: a single-center report[J]. *Ther Apher Dial*, 2021, 25(4):490-496. DOI: 10.1111/1744-9987.13593.
- [121] III. NKF-K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access: update 2000[J]. *Am J Kidney Dis*, 2001, 37(1 Suppl 1):S137-S181. DOI: 10.1016/s0272-6386(01)70007-8.
- [122] Vesely TM. Central venous catheter tip position: a continuing controversy[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, 14(5): 527-534. DOI: 10.1097/01.rvi.0000071097.76348.72.
- [123] Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, et al. International



- evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access[J]. Intensive Care Med, 2012, 38(7): 1105-1117. DOI: 10.1007/s00134-012-2597-x.
- [124] Jörres A, John S, Lewington A, et al. A European Renal Best Practice (ERBP) position statement on the Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) clinical practice guidelines on acute kidney injury: part 2: renal replacement therapy[J]. Nephrol Dial Transplant, 2013, 28(12):2940-2945. DOI: 10.1093/ndt/gft297.
- [125] Pellegrini S, Rodríguez R, Lenz M, et al. Experience with ultrasound use in central venous catheterization (jugular-femoral) in pediatric patients in an intensive care unit[J]. Arch Argent Pediatr, 2022, 120(3): 167-173. DOI: 10.5546/aap.2022.eng.167.
- [126] Zanolta GR, Baldisserotto M, Piva J. How useful is ultrasound guidance for internal jugular venous access in children? [J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(4): 789-793. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.08.010.
- [127] Bruzoni M, Slater BJ, Wall J, et al. A prospective randomized trial of ultrasound-vs landmark-guided central venous access in the pediatric population[J]. J Am Coll Surg, 2013, 216(5): 939-943. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.01.054.
- [128] 崔云, 周益平, 单怡俊, 等. 超声引导经皮穿刺置管建立儿童体外膜肺氧合初步观察[J]. 中华儿科杂志, 2022, 60(1): 36-40.
- [129] Conrad SA, Grier LR, Scott LK, et al. Percutaneous cannulation for extracorporeal membrane oxygenation by intensivists: a retrospective single-institution case series [J]. Crit Care Med, 2015, 43(5): 1010-1015. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000883.
- [130] 赵喆, 洪小杨, 刘颖悦, 等. 静脉-静脉模式体外膜肺氧合支持下转运急性呼吸窘迫综合征患儿四例[J]. 中华儿科杂志, 2018, 56(4): 298-302. DOI: 10.3760/cma.jissn.0578-1310.2018.04.012.
- [131] 儿童体外膜氧合专家共识撰写组, 中华医学会儿科学分会急救学组. 体外膜氧合在儿童危重症应用的专家共识[J]. 中华儿科杂志, 2022, 60(3): 183-191. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20211108-00934.
- [132] Di Nardo M, MacLaren G, Marano M, et al. ECLS in pediatric cardiac patients[J]. Front Pediatr, 2016, 4: 109. DOI: 10.3389/fped.2016.00109.
- [133] Fallon BP, Gadepalli SK, Hirschl RB. Pediatric and neonatal extracorporeal life support: current state and continuing evolution[J]. Pediatr Surg Int, 2021, 37(1): 17-35. DOI: 10.1007/s00383-020-04800-2.
- [134] Seczyńska B, Królikowski W, Nowak I, et al. Continuous renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation in patients treated in medical intensive care unit: technical considerations[J]. Ther Apher Dial, 2014, 18(6): 523-534. DOI: 10.1111/1744-9987.12188.
- [135] Ostermann M, Connor M Jr, Kashani K. Continuous renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation: why, when and how? [J]. Curr Opin Crit Care, 2018, 24(6): 493-503. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000559.
- [136] Sucosky P, Dasi LP, Paden ML, et al. Assessment of current continuous hemofiltration systems and development of a novel accurate fluid management system for use in extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Med Device, 2008, 2(3): 035002-035009.
- [137] Fleming GM, Askenazi DJ, Bridges BC, et al. A multicenter international survey of renal supportive therapy during ECMO: the Kidney Intervention During Extracorporeal Membrane Oxygenation (KIDMO) group[J]. ASAIO J, 2012, 58(4): 407-414. DOI: 10.1097/MAT.0b013e3182579218.

·读者·作者·编者·

《中华医学杂志》投稿须知

《中华医学杂志》是中华医学会会刊,创刊于1915年,百余年来《中华医学杂志》始终坚持以服务医药卫生科技人员、促进国内医学事业发展为宗旨,全面反映我国医学最新的科研成果,积极推广医药卫生领域的新技术、新成果。本刊被中国科技信息研究所、北京大学医学图书馆等期刊评价机构列为核心期刊,并被 MedLine 等国内外著名数据库收录。欢迎各位作者把高水平的医学论文发表在《中华医学杂志》上,与同业分享自己的学术研究成果。

本刊具体投稿方式如下:

1. 本刊采用中华医学会杂志社统一的远程稿件管理系统,稿件的所有处理流程均在此系统中完成,系统网址: cmaes.medline.org.cn。首次投稿需先注册并选择成为《中华医学杂志》作者。

2. 投稿前除稿件依照本刊稿约要求撰稿外,需提前准

备好以下文件:论文投稿介绍信、稿件授权书、作者贡献声明及作者利益冲突公开声明等,文件模板均可在投审稿系统首页显要位置下载。投稿时需要上传上述材料的电子文件(PDF、DOC 或 JPG 格式)。其中授权书需在稿件录用后邮寄到本刊编辑部(地址:北京市西城区宣武门东河沿街69号正弘大厦409室,邮编:100052,电话:010-51322101)。

3. 本刊稿件处理费用均通过远程审稿系统收取,不会采取向个人账户汇款或微信转账的方式收取任何稿件相关费用,请各位作者提高警惕。

自2021年起,《中华医学杂志》已全面启动“开放阅读”,读者可在本刊官方网站(nmjcn.net.cn)免费阅读和下载从1915年创刊至今已经发表的所有文章。欢迎广大医药卫生专业人员向本刊投稿!

