

成人体外心肺复苏经皮穿刺置管中国急诊专家共识

中国急诊 ECMO 科研协作组, 中华医学会急诊医学分会生命支持学组

通信作者: 马青变(1977-), 女, 北京大学第三医院急诊科主任, 博士生导师, E-mail: maqingbian@bjmu.edu.cn

[关键词] 体外心肺复苏(ECPR); 经皮穿刺置管; 专家共识; 急诊医学

doi:10.3969/j.issn.1002-1949.2023.08.002

体外心肺复苏(extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR)是指在病因可逆的前提下,对已使用传统心肺复苏不能恢复自主心律或反复心脏骤停而不能维持自主心律的患者,快速实施体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO),提供循环及氧合支持的方法。2015年美国心脏病协会心肺复苏指南建议:能够快速实施ECPR的医疗机构可以为可逆病因的心脏骤停患者实施ECPR^[1]。2019年美国心脏病协会更新了该推荐意见,认为虽然目前没有足够的证据建议对心脏骤停患者常规使用ECPR,在有熟练的医师能够迅速实施的情况下,如果传统心肺复苏无效,可考虑将ECPR作为某些患者的抢救治疗^[2]。国内ECPR已用于临床^[3-4],但是不同中心患者出院存活率差异较大,其原因主要包括适应证的把握、有效的传统心肺复苏、心脏骤停发生到有效ECMO辅助的间隔时间、ECMO管理经验等。其中ECMO置管技术是影响ECMO转流时间和并发症的最关键因素,应不断提升该技术水平以改善患者预后。ECMO的主要置管方式有改良式外科切开置管和超声引导下经皮穿刺置管两种方式。由于经皮穿刺置管操作迅速、创伤小、出血少、环境兼容性好、容易掌握,近年来急诊医生或ICU医生越来越多地采用超声引导下经皮穿刺置管术^[5-6]。

ECPR时建立ECMO与常规静脉-动脉ECMO(venous-arterial ECMO, V-A ECMO)不同,由于时间紧迫、设备受限,患者无动脉搏动、持续胸外按压造成晃动、大剂量血管活性药物导致动脉收缩等,均增加置管的难度^[7]。沿用V-A ECMO的置管经验对于ECPR来说并不完全适用。因此,中国急诊ECMO科研协作组、中华医学会急诊医学分会生命

支持学组组织国内相关领域专家成立了共识编写组,在参考体外生命支持组织(extracorporeal life support organization, ELSO)的各项指南及其他循证医学证据的基础上,共同制定了《成人体外心肺复苏经皮穿刺置管中国急诊专家共识》,旨在规范成人ECPR经皮穿刺置管操作和相关流程,为急诊成人ECPR临床实践和相关研究提供指导意见。由于ECPR适应证、禁忌证已在《成人体外心肺复苏专家共识》^[8]充分阐述,故不纳入本共识的讨论。

1 共识的制定方法

共识的制定方法采用改良的德尔菲法,通过两轮专家调查,综合专家意见拟定成人ECPR经皮穿刺置管急诊专家共识。由研究项目小组根据ECPR实施现状,构建调查问卷;确定专家名单;发放、回收问卷;对问卷进行整理、反馈;报告结果。问卷包括研究介绍、知情同意、填写说明、对评价指标意见、个人信息及保密性说明。指标评价按照Likert分级分为“非常同意、同意、一般、不同意、非常不同意”5个等级,赋5、4、3、2、1分。使用Redcap电子问卷方式进行调查。对专家意见进行整理后形成下一轮问卷,并对专家进行前一轮问卷结果定性反馈。如果70%或更多的回复为Likert量表的4~5分(“非常同意”或“同意”)则认为本条目达成共识。如果35%或以上的回复为Likert量表的任一极端值,即1分或5分(“非常同意”和“非常不同意”),则认为未能达成共识^[9]。专家对调查的熟悉程度分为“很熟悉、熟悉、一般、不熟悉、很不熟悉”,赋1、0.8、0.6、0.4、0.2分。专家的权威程度为熟悉程度和判断依据系数的算术平均值。专家意见集中程度通过指标评分的中位数、满分率评价^[9]。专家意见的协调程度用协调系数表示^[10]。当协调系数超过0.5或第

二轮问卷协调系数大于第一轮或前后两轮调查的协调系数变化不超过 0.1 则终止问卷^[11]。采用 Redcap 对问卷内容进行收集,导出为 SPSS 文件。SPSS 22.0 软件进行统计。Kendall 协调系数显著性水平设置为 0.05。

表 1 成人 ECPR 经皮穿刺置管中国急诊专家共识推荐意见

序号	推荐意见
1	ECPR 所需耗材齐备并收纳于可移动推车中。
2	保证床旁超声工作正常、具备浅表(血管)探头和心脏探头,耦合剂充足。
3	条件允许时,在独立抢救间进行置管操作。
4	尽量去除患者衣物,术区消毒铺单,保证最大无菌屏障。
5	ECPR 置管操作者需经过规范培训、能够熟练操作,以减少并发症并缩短置管时间。
6	ECPR 团队能够立刻到场,至少包括 2 名置管医师、1 名灌注师/灌注护士、1 名巡回护士。
7	置管部位首选双侧股动、静脉,使用超声进行穿刺前评估。
8	传统心肺复苏进行 10 分钟未实现自主循环恢复,可开始进行穿刺并置动静脉鞘管,以备需要 ECPR 时直接由鞘管放置导丝。
9	ECPR 前需核对患者姓名、年龄、病史、确认符合适应证及排除禁忌证,签署同意书。
10	如无已知的抗凝禁忌,置管开始时或过程中给予肝素负荷量 50~100 IU/kg 抗凝。
11	首选超声引导下穿刺,穿刺困难可考虑切开置管,避免盲穿。
12	可采取平面外/平面内超声实时引导并确认针尖从血管正中部分刺入,避免反复穿刺和刺穿血管后壁。
13	不能以血管搏动、血液溢出速度、血液颜色判断置管位于动脉或静脉。
14	置入导丝后使用超声确认导丝位置,如有条件可联合透视。
15	时刻注意导丝置入深度,保持导丝尾端始终处于操作者之一的手中,避免脱落、漂移或污染。
16	如有必要,用尖刀沿导丝切开皮肤。
17	依次用不同型号扩张器进行扩张,避免导丝打折。
18	沿导丝轻柔旋进导管,避免暴力操作。
19	撤出导丝,拔出封闭塞,待血液溢出并排出置管内空气,迅速夹闭置管。
20	选择 21~23 F 静脉置管,使得置管的直径小于相应血管直径的 2/3;15~17 F 动脉置管,如有需要,置管侧枝预先接三通。
21	置管过程中持续胸外按压、减少中断,尽量不进行除颤。
22	ECMO 预充完毕后使用水封排气法连接管路,确认静脉引流端为暗红色血液,经过膜肺氧合后为鲜红色血液,转流方向正确。
23	超声确认静脉导管尖端位于右心房或右心房开口处,如有条件可联合透视确认。
24	在腹股沟穿刺点荷包缝合固定导管,自粘无菌敷料覆盖,保证每条管路至少两个固定点。
25	有条件利用近红外光谱仪或超声密切监测下肢血供时,可待出现下肢缺血表现时放置下肢远端灌注管;否则建立 ECMO 转流后应尽快在股浅动脉放置 6~8 F 鞘管进行下肢远端灌注;如有困难,进行切开置管。
26	ECMO 转流后 ECPR 团队应与复苏团队、患者家属进行病情沟通,书写置管记录。
27	ECPR 团队对置管过程进行复盘总结,持续改进。

两轮问卷回收率 93%~100%,专家积极程度高。专家的权威程度分值在 0.9 以上,说明专家权威程度及结果可靠性较高。第一轮问卷,指标重要性评中位数 3~5 分,4~5 分占比为 43%~100%;第二轮问卷,指标重要性评分中位数 4~5 分,满分为 46%~100%。两轮调查的 Kendall 协调系数偏低,但卡方检验 $P<0.05$,说明结果可取。最终专家小组讨论后定稿并形成推荐意见。

2 成人 ECPR 的穿刺前准备

2.1 ECPR 用物准备及操作环境

对于心脏骤停患者,复苏的每一分钟延迟都会导致成功率下降 7%~10%^[12]。对于急危重症患者,存放抢救用物的可移动推车已成为复苏的重要工具^[13]。第一篇提到急诊抢救车(emergency department crash cart, EDCC)的文章发表在 1972 年的《Injury》杂志上。同样,作为 ECPR 的重要工具,许多生命支持中心对 ECMO 用物采取集中管理的策略,并对可移动推车的外形、功能、抽屉进行了设计和优化^[14-17],以增加耗材取用的便捷性和减少医疗差错。抢救车附带一份详细的打印清单,内容完整、有效期明确,并由指定人员定期对所有耗材及药品进行例行检查。

推荐意见 1:ECPR 所需耗材齐备并收纳于可移动推车中。

由于 ECPR 置管多采取超声引导下穿刺,故超声应具备浅表(血管)探头。置管后需使用超声或 X 线对置管位置进行确认;同时,心肺复苏过程中需要对患者进行床旁心脏超声检查,故超声还需配备心脏探头^[18-19]。

推荐意见 2:保证床旁超声工作正常、具备浅表(血管)探头和心脏探头,耦合剂充足。

由于接受 ECPR 患者需要在接受高级生命支持的同时接受置管操作,如果有条件,尤其院外心脏骤停患者,接诊后应直接将患者安置在独立抢救间^[20],以保证患者床边有足够空间进行操作和摆放相关设备。配备 C 臂机的杂交复苏单元/导管室可为置管提供更多的影像学支持。

推荐意见 3:条件允许时,在独立抢救间进行置管操作。

感染是 V-A ECMO 患者的主要并发症。既往文献报道 ECMO 患者血流感染的发生率约为 3%~18%,主要影响因素为长程 ECMO 辅助、联合肾脏替代治疗、膜肺更换等,并与患者的病死率增加相关^[21-22]。置管前应去除患者衣物,双侧腹股沟区进

行消毒^[23],铺无菌单。可用含有 0.5%~2% 洗必泰进行穿刺部位消毒,如洗必泰过敏,碘伏或 70% 酒精可作为替代^[24-25]。术者应洗手,戴口罩、帽子,穿手术衣并戴无菌手套,操作台铺无菌单,以保证最大无菌屏障^[20,25],并在置管过程中严格无菌操作。

针对 ECPR 置管部位感染的研究尚缺乏,故共识未对 ECPR 术区是否备皮进行推荐。Poirot 等^[26]从 Cochrane 和 PubMed 数据库中选择了荟萃分析和随机对照临床试验,研究 30 天内腹部手术部位感染的发生率与备皮的关系,认为除非干扰手术,否则不建议常规进行备皮;如毛发对手术有影响,建议使用剪刀进行修剪而非剃刀剃除,以避免皮肤破损后增加感染几率。Tanner 等^[27]的荟萃分析发现,与使用剃刀相比,不进行备皮时手术部位感染更少。与使用剃刀相比,使用剪刀或脱毛膏可能会减少手术部位感染和其他并发症。

推荐意见 4: 尽量去除患者衣物,术区消毒铺单,保证最大无菌屏障。

2.2 团队人员资质及构成

ECPR 置管是一种技术上具有极高挑战性和侵入性的操作,存在操作风险和并发症,包括出血、动脉夹层、血管破裂或闭塞、组织损伤和空气栓塞等^[18,28-30],严重时患者需要急诊手术处置。建立 ECMO 所需的时间在很大程度上取决于团队的能力。建立优质的 ECPR 团队对于患者的预后至关重要。团队成员培训是开展 ECPR 的基石^[23,28,30]。所有操作者都应该接受定期培训,包括高仿真模拟培训、动物实验等^[18,23,30],以确保穿刺置管以标准化、规范化的方式进行,最大程度地减少患者的潜在风险^[31]。ECPR 置管应当由在场的最有经验的操作者在充分评估患者的置管复杂程度后进行。

推荐意见 5: ECPR 置管操作者需经过规范培训、能够熟练操作,以减少并发症并缩短置管时间。

ECPR 团队应当建立 7×24 小时备班制度^[32]。通常 ECPR 需要 2 名置管医师^[32],如果现场有 2 名经验丰富的置管医师且耗材齐备,可考虑双侧同时进行置管以缩短操作时间^[23,33-34]。高级生命支持的团队负责人不应同时负责 ECPR 的置管^[23,35]。此外,需要 1 名体外循环灌注师负责 ECMO 的预充和管理。体外循环灌注师的教育背景差异较大,有心脏外科、麻醉医生,也有技术员、护士。结合目前 ECPR 的急诊临床实践,大多数急诊 ECMO 中心并未能配备专职灌注师,通常由护士/技术员进行 ECMO 预充和管路维护^[20,30,33-34]。个别 ECMO 中

心的 ECPR 团队还具备超声医师,专门负责超声评估和超声引导辅助穿刺置管及置管位置的确认。另有护士 1~2 名,配合置管医师准备器械、物品及进行流程核查^[30-31,33]。

推荐意见 6: ECPR 团队能够立刻到场,至少包括 2 名置管医师、1 名灌注师/灌注护士、1 名巡回护士。

2.3 穿刺前评估

尽管股静脉置管引起导管相关血流感染的几率高于颈内静脉置管^[24,36-37],但股静脉较粗大、操作简单、消毒方便、空气栓塞风险小、便于按压止血^[18,38]。更重要的是,对于心肺复苏的患者,股动静脉置管对胸外按压没有干扰。同时,为了减少下肢缺血的发生及便于双侧同时置管,双侧股动静脉置管是优选的穿刺入路^[17,28,35,39-41]。患者的身高、体重、既往疾病(如深静脉血栓、周围血管疾病等)都可能增加置管并发症风险,需要在置管前进行全面评估。长时间的心脏骤停及大剂量的肾上腺素亦可能导致动脉痉挛并增加穿刺置管的难度^[17,23]。消毒前应对穿刺部位血管进行超声评估,以进一步确定有无置管禁忌,如存在下腔静脉滤器、血管纤细、变异、血栓形成等^[18,28,32]。

推荐意见 7: 置管部位首选双侧股动、静脉,使用超声进行穿刺前评估。

ECPR 的目标是在心脏骤停后 60 分钟内建立 ECMO 转流^[23]。大多数 ECMO 中心启动 ECPR 至 ECMO 转流需要 10 分钟以上^[23]。应当尽早对患者进行 ECPR 指征评估,在传统心肺复苏失败 10~20 分钟后启动 ECPR^[23,30]。对于心源性休克或符合 ECPR 指征的心脏骤停患者,可以考虑采用预置管策略。如果在 10 分钟内对传统心肺复苏没有反应,则可以使用内径较细的鞘管进行股动静脉预置管^[38]。如果进一步的复苏不成功且决定进行 ECPR,则可以通过预置的鞘管放置导丝来继续 ECPR 置管。预置动静脉鞘管的临床可行性高,可显著缩短 ECMO 上机操作时间,提高患者存活率,并能显著减少 ECMO 相关并发症^[29,38,42,43]。

推荐意见 8: 传统心肺复苏进行 10 分钟未实现自主循环恢复,可开始进行穿刺并留置动静脉鞘管,以备需要 ECPR 时直接由鞘管放置导丝。

ECPR 的知情同意书应该包括知情同意的标准组成部分,如治疗的获益、风险和并发症、费用等。同时应当向患者家属提及,目前 ECPR 相关临床研究报道的存活率异质性较大,在 15%~50% 之间,国际 ELSO 数据库中记录的成人 ECPR 患者出院存

活率为 29%, 国内尚无公认的 ECPR 患者存活率数据^[23,44-45]。当心脏功能持续未恢复、出现不可逆的脑功能损害或进行性多器官功能衰竭时, 医疗团队将组织多学科会诊并考虑撤离 ECMO^[35]。

推荐意见 9: ECPR 前需核对患者姓名、年龄、病史、确认符合适应证及排除禁忌证, 签署同意书。

3 成人 ECPR 置管技术要点

3.1 肝素负荷量

尽管经历了几十年的发展和经验积累, ECMO 最佳抗凝策略仍然缺乏高质量多中心随机对照研究。心脏骤停患者由于炎症反应的效应, 出现凝血因子(凝血酶-抗凝血酶复合物)的作用增强和抗凝因子(抗凝血酶、蛋白 C、蛋白 S)作用的减弱以及纤溶系统的改变^[32,46-47], ECPR 的抗凝治疗面临更大的挑战。一项来自意大利的研究表明, ECPR 患者有 50% 符合弥散性血管内凝血(DIC)的诊断标准, 其中院外心脏骤停的比例高于院内心脏骤停比例^[48]。2021 年 ELSO 成年/儿童患者抗凝指南指出, 考虑到体循环栓塞的风险, 推荐 V-A ECMO 常规应用抗凝, 并应当在置管前给予 50~100 IU/kg 的肝素负荷量^[29,32,34,49]。负荷量的肝素可以在置入导丝前^[28]或置入导丝后给予^[34], 其目的还包括防止置管后导管内血栓形成。鉴于 ECPR 患者的出血高风险, 来自德国的专家共识推荐选用 50 IU/kg 的肝素负荷量^[32,50]。来自日本的 Iwashita 等^[51]对 ECPR 患者应用 3 000 IU 固定剂量的肝素负荷量(平均剂量 53.6 U/kg), 认为降低抗凝强度是安全地减少出血并发症的可能干预措施。有国内研究^[52]对比了 ECPR 置管前给予 50 IU/kg 负荷量肝素与不予肝素负荷量, 发现无肝素负荷量组致命性出血并发症低于肝素负荷量组, 而未增加栓塞并发症, 但此研究为单中心小样本前后对照研究, 可能存在较多混杂因素。对既往文献进一步的荟萃分析^[53]发现了与上述研究类似的结论。对于 ECPR 患者, 需要谨慎排除抗凝禁忌, 并针对不同患者 ECMO 期间的血栓形成和出血管理进行个性化调整。未来需要高质量研究对新型抗凝剂^[54]及抗凝策略^[48,55-58]进一步深入研究, 必要时可纳入血液科、检验科专家参与患者管理^[49]。

推荐意见 10: 如无已知的抗凝禁忌, 置管开始时或过程中给予肝素负荷量 50~100 IU/kg 抗凝。

3.2 超声引导下穿刺方法

与体表标志定位相比, 使用超声引导下穿刺可大幅减少并发症, 同时避免反复穿刺^[24,36]。由于心脏

骤停患者很难确切触及动脉搏动, 为了减少血管损伤、增加首次穿刺成功率, 采用超声引导下 Seldinger 法穿刺已经成为基本共识^[6,18,20,23,28,32,34,38,42,59,60]。平面外法(短轴切面)可以识别股总动脉、股总静脉、股浅动脉和股深动脉及其相对位置; 平面内法(长轴切面)可以识别股总动脉及其分叉。无论采用平面外法或平面内法, 超声引导下穿刺置管均可实现针尖的实时可视化^[61]。其目的是保证穿刺针在超声的实时监视下, 以较浅角度($<45^\circ$)进入血管^[18]并从血管正中刺入^[20,62], 避免反复穿刺和刺穿血管侧壁、血管后壁^[28,32]。非实时引导可能导致针尖路径过于陡峭或偏离血管正中, 这可能增加此后扩张器操作的难度, 并增加血管损伤, 如穿刺点周围及腹膜后出血, 或导丝打折的风险^[32]。如果存在穿刺困难, 应当考虑切开置管^[32]。

推荐意见 11: 首选超声引导下穿刺, 穿刺困难可考虑切开置管, 避免盲穿。

推荐意见 12: 可采取平面外/平面内超声实时引导并确认针尖从血管正中部分刺入, 避免反复穿刺和刺穿血管后壁。

3.3 动静脉置管判断

由于心脏骤停接受 ECPR 患者尚未恢复自主循环, 采用血管搏动、血液溢出速度、血液颜色等方法判定置管位于动脉或静脉均不可靠^[17,20]。穿刺成功及导丝置入后, 应当使用超声进行再次确认^[20,23,28], 避免无效 ECMO 辅助。对于在配备了 C 臂机的杂交复苏单元或导管室进行的 ECPR, 应当在置入导丝及置管过程中联合透视^[23,28,32-33,63-64], 确认导丝未进入其他分支血管、未打折、未穿透血管并且动静脉置管进入顺利、位置正确, 避免血管损伤。

推荐意见 13: 不能以血管搏动、血液溢出速度、血液颜色判断置管位于动脉或静脉。

推荐意见 14: 置入导丝后使用超声确认导丝位置, 如有条件可联合透视。

3.4 导丝、扩张器的正确应用

置管过程中, 2 名置管医师应当时刻注意导丝置入深度, 并进行闭环沟通, 保持导丝尾端始终处于 2 名操作者之一的手中^[18,20], 避免导丝脱落、漂移或意外污染。动脉置管时, 通常需要使用尖刀沿导丝做微小切口^[20]。静脉置管时, 若扩张器扩张顺利, 可以不常规进行皮肤切开^[18]。根据导管的直径, 连续使用不同型号的扩张器^[18,28,30], 使得皮肤、皮下组织得到扩张。置管医师旋进扩张器, 而助手可以在此同时连续地将导丝微微前后移动以确保导丝未

打折^[18]。置管过程中应手法轻柔,将导管逐渐旋进,避免暴力操作造成血管损伤、出血。导管到达目标深度后,撤出导丝,拔出封闭塞,待血液溢出并排出导管内空气,迅速夹闭导管^[20,34]。在导管置入后,可以再次使用超声评估置管过程中可能发生的并发症,如血肿形成、假性动脉瘤或动脉夹层,以便于尽早采取措施^[18]。还可以使用心脏探头扫查主动脉,确认有无主动脉夹层;扫查心包,明确有无右心穿孔导致的心包积液^[32]。

推荐意见 15:时刻注意导丝置入深度,保持导丝尾端始终处于操作者之一的手中,避免脱落、漂移或污染。

推荐意见 16:如有必要,用尖刀沿导丝切开皮肤。

推荐意见 17:依次用不同型号扩张器进行扩张,避免导丝打折。

推荐意见 18:沿导丝轻柔旋进导管,避免暴力操作。

推荐意见 19:撤出导丝,拔出封闭塞,待血液溢出并排出导管内空气,迅速夹闭导管。

3.5 导管型号选择

维持重要脏器灌注所需的最佳 ECPR 流量尚缺乏高质量证据^[23,30]。从 ECMO 运行的角度考虑,增加导管直径将改善通过回路的最大血流量,但同时也更增加血管并发症的概率^[30]。可以考虑测量穿刺点处股动、静脉的直径,根据血管的直径或根据置管说明书中的压降/流量图对导管型号进行估计^[39]。如果静脉导管的直径超过血管直径的 2/3^[18,30],则静脉引流不畅,可导致深静脉血栓形成和严重下肢缺血。对于大多数患者,可考虑选择 21 ~ 23 F 静脉导管^[18,23,30]。股动脉置管减少了穿刺部位远端的灌注,导致下肢缺血,并可能导致筋膜室综合征或截肢^[40]。15 F 的动脉导管足以提供 4 L/min 以上的血流,较小的动脉导管型号可以减少动脉痉挛、夹层、下肢缺血的风险并更易于操作^[32]。对于大多数患者,可考虑选择 15 ~ 17 F 动脉导管^[18,20,23,28,30,32,34,38,42,60]。如有需要,在动脉置管前,侧枝预先接三通^[34],也可直接连接合适的远端灌注连接管。

推荐意见 20:选择 21 ~ 23 F 静脉置管,使得置管的直径小于相应血管直径的 2/3;选择 15 ~ 17 F 动脉置管,如有需要,置管侧枝预先接三通。

3.6 置管过程中的高级生命支持

一旦决定启动 ECPR,治疗策略和目标从尝试实现自主循环恢复转变为尽快建立 ECMO 转流,以

优化器官灌注和提供神经保护^[30]。置管过程中的高级生命支持会受到一定程度的影响,持续胸外按压、减少中断仍是根本原则^[23],直到建立 ECMO 转流并达到目标流量(3 ~ 4 L/min)^[30]。有研究对比机械按压装置与人工徒手按压的效果,二者相比有着相似的患者存活率;同时机械按压装置可以避免医务人员疲劳导致的按压质量下降,并可为 ECPR 提供更多的床旁操作空间,所以在 ECPR 过程中应当考虑使用机械按压装置^[23,32],但要注意正确定位按压部位,并避免在持续的按压过程中出现移位,以保证按压的有效性。由于除颤过程中,电流可通过导丝导致置管医师被电击,故置管过程中尽量不进行除颤^[20,23]。在建立 ECMO 转流后,应该停止推注肾上腺素,酌情下调升压药的剂量^[23]。

推荐意见 21:置管过程中持续胸外按压、减少中断,尽量不进行除颤。

4 成人 ECPR 置管后注意事项

4.1 动静脉导管与 ECMO 回路连接

置管完成后,使用“水封排气法”将导管连接到 ECMO 回路^[20]。“水封排气法”即在连接管路时不断将水从注射器滴到连接处,确保排空气泡^[18,34]。由负责预充管路的护士/技术员逐渐增加离心泵转速以保证动脉端回路为正压,然后打开管道钳,防止血液逆流,确认静脉引流端为暗红色血液,经过膜肺氧合后为鲜红色血压,回路的转流方向正确。

推荐意见 22:ECMO 预充完毕后使用水封排气法连接管路,确认静脉引流端为暗红色血液,经过膜肺氧合后为鲜红色血液,转流方向正确。

4.2 静脉导管位置确认

静脉导管尖端目标定位在右心房^[23-34,65]或者右心房远端的下腔静脉中^[18,20,34],以最大程度地保障流量。即使在低血容量的情况下,右心房开口附近的下腔静脉通常也是不塌陷的。有许多方式可用于确认导管尖端的位置,包括经胸超声心动图、经食道超声心动图、X 线透视、X 线平片等^[18,23,28,32,63,64]。目前经食道超声心动图在明确导丝及导管位置方面是否优于经胸超声心动图仍存在争议^[32],如果有经验丰富的超声医师,心肺复苏过程中经食道超声也可提供一定的判断依据^[23]。可以根据所在医院的设备、人员情况及诊疗常规进行选择。

推荐意见 23:超声确认静脉导管尖端位于右心房或右心房开口处,如有条件可联合透视确认。

4.3 导管固定

一旦确认导管位置正确,应当尽快进行固

定^[23]。通常可选择使用丝线进行荷包缝合^[34],但这有可能导致局部皮肤缺血、继发感染,也可能在缝合过程中失误导致针尖刺破导管或 ECMO 回路。部分 ECMO 中心采取透明自粘无菌敷料,或者使用管路固定器^[18]。每条管路至少应有两个固定点^[18,20,25],以确保导管不移位。

推荐意见 24:在腹股沟穿刺点荷包缝合固定导管,自粘无菌敷料覆盖,保证每条管路至少两个固定点。

4.4 下肢远端灌注

V-A ECMO 患者的下肢缺血发生率 10% ~ 70%,大多数文献报道在 10% ~ 20%,而血管并发症(包括穿刺部位出血及下肢缺血)与 V-A ECMO 患者的院内存活率相关^[66]。女性、年轻患者、糖尿病、慢性肺病、外周血管疾病、序贯器官衰竭评分(SOFA)、超过 20 F 的动脉导管、高剂量的升压药是 V-A ECMO 下肢缺血的危险因素^[66]。ECPR 下肢缺血的发生率与 V-A ECMO 类似^[67]。插管对远端动脉血管的压迫、插管期间股或髂血管损伤、动脉插管堵塞,亦有可能增加下肢缺血的发生概率^[66],其他置管[主动脉内球囊反搏(IABP)、Impella、肺静脉/房间隔穿刺]是否增加下肢缺血结论不一^[66-67]。体外生命支持组织(ELSO)推荐对于所有 V-A ECMO 的患者,如果进行了股动脉插管,则需要放置远端灌注,以将含氧丰富的血液输送到 ECPR 动脉置管同侧的远端以确保远端动脉灌注,减少下肢缺血的发生^[6,23,28,32,34-35,38-39,68-69]。理想情况下,应在进行动脉置管之前放置远端灌注管,因为置管会造成置管远端的动脉充盈不佳^[40]。为尽快建立 ECMO 转流,远端灌注管也可以在动脉置管完成后进行,或与 ECPR 动脉置管同时进行。对于部分患者,可以考虑先进行冠状动脉造影再放置下肢远端灌注^[70],但为了避免下肢缺血并发症,ECPR 置管和放置远端灌注管之间的时间间隔应尽可能缩短,最长不应超过 4 h^[23]。无论切开或超声引导下穿刺,均应保证远端灌注置管顺利并避免股深动脉选择性灌注而加重下肢缺血。ELSO 推荐使用 6 ~ 8 F 的短鞘管进行下肢远端灌注^[28],因为更长或更粗的鞘管可能增加血管损伤和痉挛的概率,而更细的鞘管可能导致流量不足及血栓形成。使用公对公连接管将远端灌注鞘管的侧枝连接至动脉插管的侧口^[71]。如有条件,可以考虑监测远端灌注的流量,目标流量为至少 100 mL/min^[28]。鉴于个别 ECMO 中心有丰富的监测手段和不常规置入远端灌

注的既往成功经验,考虑选用较小型号的导管^[32]、合理的抗凝、科学的下肢灌注监测策略^[66],包括远端灌注流量监测、肢体外观、毛细血管再充盈时间、超声血流、近红外光谱仪(near infrared spectrum instrument, NIRS)等^[23,34,72],亦能降低下肢缺血的发生率。

推荐意见 25:有条件利用近红外光谱仪或超声密切监测下肢血供时,可待出现下肢缺血表现时放置下肢远端灌注管;否则建立 ECMO 转流后应尽快在股浅动脉放置 6 ~ 8 F 鞘管进行下肢远端灌注;如有困难,进行切开置管。

ECPR 为心脏骤停患者提供了一种新的挽救生命的思路,ECPR 团队必须以一种既尊重生命又尊重死亡的方式来应用 ECMO 技术^[28]。启动 ECPR 时所面临的情况通常十分紧急,ECPR 的知情同意过程通常极为简短而不可避免地存在片面之处,决策通常基于要求最大限度地挽救生命。因此,在建立 ECMO 转流之后,特别是在 ECPR 可能失败的情况下,应当尽早与复苏团队、患者家属进行 ECMO 支持相关细节的充分沟通,包括并发症、经济负担、患者预后等。

推荐意见 26:ECMO 转流后 ECPR 团队应与复苏团队、患者家属进行病情沟通,书写置管记录。

由于 ECPR 的复杂性,为了保证医疗安全并有效实施 ECPR,医疗团队应当以循证医学证据为基础,达成共识并在临床实践中保持高度一致,包括耗材管理、知情同意、诊疗流程、转运规范、并发症处置、应急预案等。应当对每一例 ECPR 病例进行病例回顾^[23],并从反复的练习、反馈总结和系统性的改进中获益^[30]。急诊 ECPR 团队联合多学科合作也至关重要。介入心脏病专家可为急性冠脉综合征患者提供介入治疗;介入放射专家可以提供肺血栓切除术或肺栓塞导管溶栓等治疗;心胸外科专家可以为并发症、拔管或桥接心室辅助装置提供支持;危重医学专家提供 ECMO 管理和重症监护。还应考虑建立区域中心辐射网络,对于无法提供 ECMO 的医院提供相应支持。

推荐意见 27:ECPR 团队对置管过程进行复盘总结,持续改进。

ECPR 是心脏骤停患者重要的治疗手段,应用前景广阔,近年来发展迅速。国内大部分医疗机构仍处于起步阶段,有待于建立专业技术团队,改进技术流程及细节,加强 ECMO 运行实践。期待大型

ECPR 中心管理经验的推广,高质量 ECPR 研究的开展,ECMO 新材料、新器械的研发,新型抗凝药物应用,进一步改善 ECPR 患者的预后。

执笔:李姝,田慈,葛洪霞

专家组成员(姓氏拼音顺序):曹丽萍(中国急救医学编辑部),陈旭峰(江苏省人民医院急诊医学中心),高恒波(河北医科大学第二医院急诊科),葛洪霞(北京大学第三医院急诊科),韩小彤(湖南省人民医院急诊医学科),兰超(郑州大学第一附属医院急救中心),吕立文(广西壮族自治区人民医院急诊科),马青变(北京大学第三医院急诊科),穆叶赛·尼加提(新疆维吾尔自治区人民医院急救中心),田慈(北京大学第三医院急诊科),田英平(河北医科大学第二医院急诊科),王旭东(航天中心医院急诊科),徐军(北京协和医院急诊科),闫圣涛(中日友好医院急诊科),周光居(浙江大学医学院附属第二医院急诊医学科),张国强(中日友好医院急诊科),张劲松(江苏省人民医院急诊医学中心),左六二(南方医科大学顺德医院重症医学科),周平(四川省人民医院急救中心),张喆(北京大学第三医院心外科)

参考文献

- [1] Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 1: Executive Summary[J]. Circulation, 2015, 132(18 suppl 2):S315-S367.
- [2] Panchal AR, Berg KM, Hirsch KG, et al. 2019 American Heart Association Focused Update on Advanced Cardiovascular Life Support: Use of Advanced Airways, Vasopressors, and Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation During Cardiac Arrest: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. Circulation, 2019, 140(24):e881-e894.
- [3] 王旭东,李梅. 急诊科开展体外循环心肺复苏的机遇与挑战[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(1):1-3.
- [4] 张斌,金文扬,刘宏,等. 浙江省急诊科开展体外膜肺氧合技术情况的调查研究[J]. 中国急救医学, 2021, 41(12):1045-1050.
- [5] DellaVolpe J, Barbaro RP, Cannon JW, et al. Joint Society of Critical Care Medicine-Extracorporeal Life Support Organization Task Force Position Paper on the Role of the Intensivist in the Initiation and Management of Extracorporeal Membrane Oxygenation[J]. Crit Care Med, 2020, 48(6):838-846.
- [6] Roussel A, Al-Attar N, Alkhoder S, et al. Outcomes of percutaneous femoral cannulation for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2012, 1(2):111-114.
- [7] 苏用鹏,卢剑海,朱瑞秋,等. 体外膜氧合辅助心肺复苏患者 50 例置管经验总结[J]. 中国体外循环杂志, 2020, 18(2):95-97.
- [8] 中华医学会急诊医学分会复苏学组,中国医药教育协会急诊专业委员会. 成人体外心肺复苏专家共识更新(2023 版)[J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(3):298-304.
- [9] von Oertzen TJ, Macerollo A, Leone MA, et al. EAN consensus statement for management of patients with neurological diseases during the COVID-19 pandemic[J]. Eur J Neurol, 2021, 28(1):7-14.
- [10] Okoli C, Pawlowski SD. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications[J]. Information & Management, 2004, 42(1):15-29.
- [11] The RAND-UCLA Appropriateness Method User's Manual[M]. Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, et al. Santa Monica: RAND, 2001:23-43.
- [12] Simpson KH. Advanced Life Support, 5th Ed. Vol 97(2). London, UK: The Resuscitation Council; BJA 2006.
- [13] Jacquet GA, Hamade B, Diab KA, et al. The Emergency Department Crash Cart: A systematic review and suggested contents[J]. World J Emerg Med, 2018, 9(2):93-98.

- [14] 蒋玉梅,石勇序,荣健,等. 体外膜肺氧合(ECMO)急救车的设计及规范化管理成效[J]. 国际医药卫生导报, 2020, 26(15):2196-2198.
- [15] 浙江大学. 一种 ECMO 置管专用物资管理车:CN201921504749.4[P]. 2020-07-10.
- [16] 广西壮族自治区人民医院. 一种便携式院内 ECMO 上台车:CN202121474428.1[P]. 2022-01-18.
- [17] 朱瑞凯,吕立文. 成人体外心肺复苏的建立与管理[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7):596-599.
- [18] Burrell AJC, Ihle JF, Pellegrino VA, et al. Cannulation technique: femoro-femoral[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(Suppl 5):S616-S623.
- [19] 张秋彬,孙峰,尹路,等. 床旁超声在急诊体外膜肺氧合治疗中的应用推荐[J]. 中国急救医学, 2020, 40(12):1117-1128.
- [20] Schmitzberger FF, Haas NL, Coute RA, et al. ECPR(2): Expert Consensus on Percutaneous Cannulation for Extracorporeal CardioPulmonary Resuscitation[J]. Resuscitation, 2022, 179:214-220.
- [21] Pineton de Chambrun M, Bréchet N, Combes A. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock: indications, mode of operation, and current evidence[J]. Curr Opin Crit Care, 2019, 25(4):397-402.
- [22] Yeo HJ, Kim D, Ha M, Je HG, Kim JS, Cho WH. Chlorhexidine bathing of the exposed circuits in extracorporeal membrane oxygenation: an uncontrolled before-and-after study[J]. Crit Care, 2020, 24(1):595.
- [23] Richardson ASC, Tonna JE, Nanjaya V, et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. Interim Guideline Consensus Statement From the Extracorporeal Life Support Organization[J]. ASAIO J, 2021, 67(3):221-228.
- [24] Ling ML, Apisarnthanarak A, Jaggi N, et al. APSIC guide for prevention of Central Line Associated Bloodstream Infections (CLABSI)[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2016, 5:16.
- [25] Bull T, Corley A, Lye I, Spooner AJ, Fraser JF. Cannula and circuit management in peripheral extracorporeal membrane oxygenation: An international survey of 45 countries[J]. PLoS One, 2019, 14(12):e0227248.
- [26] Poirot K, Le Roy B, Badrikian L, Slim K. Skin preparation for abdominal surgery[J]. J Visc Surg, 2018, 155(3):211-217.
- [27] Tanner J, Melen K. Preoperative hair removal to reduce surgical site infection[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2021, 8(8):CD004122.
- [28] 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.
- [29] Dietl CA, Wernly JA, Pett SB, et al. Extracorporeal membrane oxygenation support improves survival of patients with severe Hantavirus cardiopulmonary syndrome[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2008, 135(3):579-584.
- [30] Hutin A, Abu-Habsa M, Burns B, et al. Early ECPR for out-of-hospital cardiac arrest: Best practice in 2018[J]. Resuscitation, 2018, 130:44-48.
- [31] Whitmore SP, Gunnerson KJ, Haft JW, et al. Simulation training enables emergency medicine providers to rapidly and safely initiate extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) in a simulated cardiac arrest scenario[J]. Resuscitation, 2019, 138:68-73.
- [32] Gaisendrees C, Vollmer M, Walter SG, et al. Management of out-of-hospital cardiac arrest patients with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in 2021[J]. Expert Rev Med Devices, 2021, 18(2):179-188.
- [33] 中国老年医学学会急诊医学分会,中国老年医学学会急诊医学分会 ECMO 工作委员会. 成人体外膜肺氧合辅助心肺复苏(ECPR)实践路径[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(10):1197-1203.
- [34] Lamb KM, Hirose H, Cavarocchi NC. Preparation and technical considerations for percutaneous cannulation for veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Card Surg, 2013, 28(2):190-192.
- [35] Shekar K, Badulak J, Peek G, et al. Extracorporeal Life Support Organization Coronavirus Disease 2019 Interim Guidelines: A Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers[J]. ASAIO J, 2020, 66(7):707-721.

- [36] Bell T, O'Grady NP. Prevention of Central Line – Associated Blood-stream Infections[J]. Infect Dis Clin North Am, 2017, 31(3):551 – 559.
- [37] Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access[J]. Anesthesiol, 2020, 132(1):8 – 43.
- [38] Conrad SA, Rycus PT. Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest[J]. Ann Card Anaesth, 2017, 20(Supplement):S4 – S10.
- [39] Gajkowski EF, Herrera G, Hatton L, et al. ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits [J]. ASAIO J, 2022, 68(2):133 – 152.
- [40] Napp LC, Kuhn C, Hoepfer MM, et al. Cannulation strategies for percutaneous extracorporeal membrane oxygenation in adults[J]. Clin Res Cardiol, 2016, 105(4):283 – 296.
- [41] Tonna JE, Johnson NJ, Greenwood J, et al. Practice characteristics of Emergency Department extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR) programs in the United States; The current state of the art of Emergency Department extracorporeal membrane oxygenation (ED ECMO)[J]. Resuscitation, 2016, 107:38 – 46.
- [42] Bellezzo JM, Shinar Z, Davis DP, et al. Emergency physician – initiated extracorporeal cardiopulmonary resuscitation [J]. Resuscitation, 2012, 83(8):966 – 970.
- [43] 孟丽, 刘闯, 李杏杏, 等. 预置股动静脉导管体外膜肺氧合床旁备机在高危经皮冠状动脉介入治疗中应用的可行性分析[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(1):49 – 29.
- [44] Haas NL, Coute RA, Hsu CH, et al. Descriptive analysis of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation following out – of – hospital cardiac arrest – An ELSO registry study[J]. Resuscitation, 2017, 119:56 – 62.
- [45] Tonna JE, Selzman CH, Girotra S, et al. Resuscitation Using ECPR During In – Hospital Cardiac Arrest (RESCUE – IHCA) Mortality Prediction Score and External Validation [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15(3):237 – 247.
- [46] 刘伟, 卢帝君, 王旭东. 体外膜肺氧合心肺复苏的凝血特点及抗凝挑战[J]. 中国临床医生杂志, 2020, 48(9):1017 – 1020.
- [47] Cartwright B, Bruce HM, Kershaw G, et al. Hemostasis, coagulation and thrombin in venoarterial and venovenous extracorporeal membrane oxygenation: the HECTIC study[J]. Sci Rep, 2021, 11(1):7975.
- [48] Ruggeri L, Franco A, Alba AC, et al. Coagulation Derangements in Patients With Refractory Cardiac Arrest Treated With Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33(7):1877 – 1882.
- [49] McMichael ABV, Ryerson LM, Ratano D, et al. 2021 ELSO Adult and Pediatric Anticoagulation Guidelines [J]. ASAIO J, 2022, 68(3):303 – 310.
- [50] 张洋, 邓磊, 冯璇璘, 等. 体外膜肺氧合治疗中不同抗凝策略与并发症的分析[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7):630 – 634.
- [51] Iwashita Y, Yukimitsu M, Matsuduki M, et al. Use of a fixed, body weight – unadjusted loading dose of unfractionated heparin for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation[J]. J Intensive Care, 2015, 3(1):33.
- [52] Zhang L, Liu W, Liu J, et al. Heparin Loading Dose in Patients Undergoing Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2023, 37(7):1201 – 1207.
- [53] Zhang L, Lin C, Liu L, Wang X. A systematic review and meta – analysis of anticoagulation practices and mortality in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation[J]. Asian J Surg, 2022, 45(12):3003 – 3004.
- [54] Netley J, Roy J, Greenlee J, Hart S, et al. Bivalirudin Anticoagulation Dosing Protocol for Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Retrospective Review[J]. J Extra Corp Technol, 2018, 50(3):161 – 166.
- [55] Colman E, Yin EB, Laine G, et al. Evaluation of a heparin monitoring protocol for extracorporeal membrane oxygenation and review of the literature[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(8):3325 – 3335.
- [56] Pollak U. Heparin – induced thrombocytopenia complicating extracorporeal membrane oxygenation support: Review of the literature and alternative anticoagulants [J]. J Thromb Haemost, 2019, 17(10):1608 – 1622.
- [57] Kato C, Oakes M, Kim M, et al. Anticoagulation strategies in extracorporeal circulatory devices in adult populations [J]. Eur J Haematol, 2021, 106(1):19 – 31.
- [58] Raasveld SJ, Volleman C, Combes A, et al. Knowledge gaps and research priorities in adult veno – arterial extracorporeal membrane oxygenation: a scoping review[J]. Intensive Care Med Exp, 2022, 10(1):50.
- [59] Cairo SB, Arbutnot M, Boomer L, et al. Comparing Percutaneous to Open Access for Extracorporeal Membrane Oxygenation in Pediatric Respiratory Failure[J]. Pediatr Crit Care Med, 2018, 19(10):981 – 991.
- [60] Gomez – Sanchez R, Garcia – Carreno J, Martinez – Solano J, et al. Off – Hours versus Regular – Hours Implantation of Peripheral Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Patients with Cardiogenic Shock [J]. J Clin Med, 2023, 12(5):1875.
- [61] Cao L, Tan YT, Wei T, et al. Comparison between the long – axis in – plane and short – axis out – of – plane approaches for ultrasound – guided arterial cannulation: a meta – analysis and systematic review[J]. BMC Anesthesiol, 2023, 23(1):120.
- [62] Iglesias R, Lodi M, Rubiella C, et al. Ultrasound guided cannulation of dialysis access[J]. J Vasc Access, 2021, 22(1_suppl):106 – 112.
- [63] Kashiura M, Sugiyama K, Tanabe T, et al. Effect of ultrasonography and fluoroscopic guidance on the incidence of complications of cannulation in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out – of – hospital cardiac arrest: a retrospective observational study[J]. BMC Anesthesiol, 2017, 17(1):4.
- [64] Kim HA, Kim YS, Cho YH, et al. Implementation of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Nonintubated Patients [J]. J Chest Surg, 2021, 54(1):17 – 24.
- [65] Hou L, Liang H, Zeng S, et al. Optimising the ECMO treatment regimen increases the survival rate for adult patients with acute fulminant myocarditis: a single – centre retrospective cohort study[J]. Front Med (Lausanne), 2023, 10:1146570.
- [66] Bonicolini E, Martucci G, Simons J, et al. Limb ischemia in peripheral veno – arterial extracorporeal membrane oxygenation: a narrative review of incidence, prevention, monitoring, and treatment [J]. Crit Care, 2019, 23(1):266.
- [67] Hu S, Lu A, Pan C, et al. Limb Ischemia Complications of Veno – Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation [J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9:938634.
- [68] Tanaka D, Hirose H, Cavarocchi N, et al. The Impact of Vascular Complications on Survival of Patients on Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation[J]. Ann Thorac Surg, 2016, 101(5):1729 – 1734.
- [69] Vallabhajosyula P, Kramer M, Lazar S, et al. Lower – extremity complications with femoral extracorporeal life support[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2016, 151(6):1738 – 1744.
- [70] Ortega – Deballon I, Hornby L, Shemie SD, et al. Extracorporeal resuscitation for refractory out – of – hospital cardiac arrest in adults: A systematic review of international practices and outcomes [J]. Resuscitation, 2016, 101:12 – 20.
- [71] von Segesser L, Marinakis S, Berdajs D, et al. Prevention and therapy of leg ischaemia in extracorporeal life support and extracorporeal membrane oxygenation with peripheral cannulation [J]. Swiss Med Wkly, 2016, 146:w14304.
- [72] Wong JK, Smith TN, Pitcher HT, et al. Cerebral and lower limb near – infrared spectroscopy in adults on extracorporeal membrane oxygenation [J]. Artif Organs, 2012, 36(8):659 – 667.