# 2021 年 ELSO 成人心脏病患者 VA-ECMO 指南

在过去十年中，体外膜肺氧合(ECMO)的使用呈指数级增长，从 20 年前美国每年约 30-40 名患者增加到目前每年超过 2000 名患者，并且仍呈上升趋势。ECMO 的使用增加得益于置管技术的改进，包括经皮插管途径，以及泵、氧合器和插管技术的提升。尽管如此，选择合适的患者和日常管理可能极具挑战性。以下将深入讨论成人心脏病患者 VA-ECMO 适应症、应用方式、相关生理机制以及并发症的评估和治疗(包括伦理和组织问题)。体外生命支持组织(ELSO)第五版红皮书中提供了更详细的材料和信息。

## 成人 VA-ECMO 急性心力衰竭决策

VA-ECMO 作为“决策桥梁”，可以支持患者数天或数周，包括心功能恢复后的脱机、移植、长期机械循环支持(MCS)和无效情况下的撤机。成年患者心脏骤停和心脏手术后实施 VA-ECMO 的相关内容由其他 ELSO 指南和联合协会立场文件(EACTS/ELSO/STS/AATS 的专家共识)阐述。

### #适应症#

具体生理目标、监测和患者选择。适用于 ECMO 的心源性休克的临床特点是收缩压低于 90mmHg，尿量< 30ml/h，乳酸超过 2，SVO2 低于 60%，意识状态改变 6 小时且对最佳治疗无反应(表 1)。目标是维持全身氧输送量为耗氧量的 3 倍以上(DO2:VO2 比值> 3)(正常为 5，休克为 2): O2 输送量是动脉氧含量(正常 20 ml/dl)乘以心输出量(正常 30 dl/m2/min)。在 VA-ECMO 中，实现此目标很容易，因为心输出量就是 ECMO 流量且动脉血红蛋白饱和度是 100%，所以知道血红蛋白浓度(正常 15 g/dl)就可以轻松计算 DO2。在 VA-ECMO，静脉引流血的（引流管）血氧饱和度(SVO2)反映 DO2:VO2 的平衡，并且动态变化。如果动脉血氧饱和度为 100%，静脉血氧饱和度为 80%，则比

例为 5:1。通过调整血流量和血红蛋白，使 SVO2 保持在 66%以上，可确保实现 DO2/VO2> 3 的目标。更多信息在红皮书生理学章节中有所描述。

表 1 心源性休克的临床特点及定义的当代试验及指南

| 临床试验/指南 | 心源性休克诊断标准 |
| --- | --- |
| **SHOCK Trial（1999）)** | • 收缩压< 90 mm Hg 或需升压药维持收缩压>90 mmHg<br>• 终末器官受损（尿量< 30 ml/h 或四肢冰凉）<br>• 血流动力学标准：心脏指数< 2.2，肺毛细血管压> 15 mm Hg |
| **IABP-SOAP II (2012)** | •充分液体复苏后，平均动脉压< 70 mm Hg 或收缩压< 100 mm Hg（至少 1L 晶体或 500ml 胶体）<br>• 终末器官受损（意识改变，皮肤花斑，尿量< 0.5 ml/kg/h 1 小时或血清乳酸> 2 mmol/L） |
| **EHS-PCI（2012）)** | • 收缩压< 90 mm Hg 持续 30 分钟或需升压药维持收缩压>90 mmHg<br>• 终末器官受损和循环压力增加 |
| **ESC-HF 指南（2016）)** | • 液体复苏后收缩压< 90 mm Hg，伴有终末器官损伤<br>• 临床表现：四肢冰凉、少尿、意识改变、脉压差变小。实验室检查：代谢酸中毒、血清乳酸升高、血清肌酐升高 |
| **KAMIR-NIH（2018）)** | • 收缩压< 90 mm Hg，持续时间> 30 分钟或需治疗干预维持收缩压> 90 mm Hg<br>•终末器官受损（意识改变、尿量< 30 ml/h 或四肢冰凉） |

重症之声

AMS：精神状态改变；CI：心脏指数；EHS-PCI：欧洲心脏调查经皮冠状动脉介入登记处；ESC-HF：欧洲心脏病学会心力衰竭；IABP-SOAPII：心源性休克-主动脉内球囊泵 II；KAMIR-NIH：韩国急性心肌梗死登记处-国家卫生研究所；MAP：平均动脉压；PCWP：肺毛细血管楔压；SBP：收缩压；SHOCK：Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock；UO：尿量

对于具有潜在可逆或手术可纠正原因的难治性心源性休克患者，应考虑短期 MCS。与其他经皮临时 MCS 相比，VA-ECMO 对严重双心室衰竭、恶性心律失常以及呼吸衰竭患者更有优势。当药物治疗（包括液体复苏、强心剂和主动脉内球囊反搏）失败时，应考虑使用 VA-ECMO。理想情况下，VA-ECMO 应在多器官衰竭前和充分超声心动图评估后开始实施。ECMO 决策还应考虑患者的年龄、合并症和基础疾病的预后。然而，高龄不应被视为绝对禁忌症。

ECMO 一般应用于内科患者(急性心肌梗死、暴发性心肌炎、心脏毒性药物中毒、终末期扩张型或缺血性心肌病、低体温伴顽固性循环不稳定和大面积肺栓塞)和心脏手术后(包括移植后)急性心源性休克。ECMO 的新的适应症如图 1 所示。

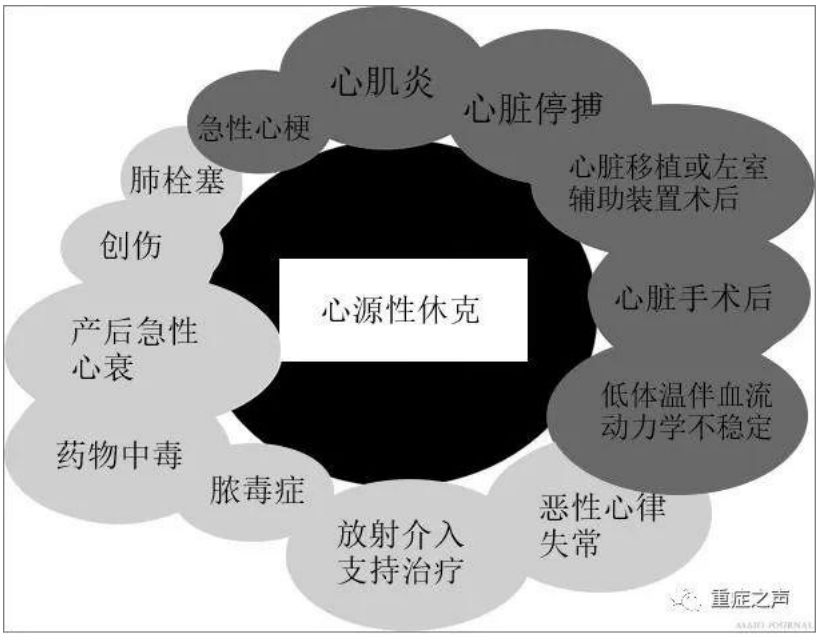


图 1. VA-ECMO 在心源性休克中的常见适应症（深灰色）及新的适应症（浅灰色）

## #禁忌症#

关于 VA-ECMO 的禁忌症如下所列:

**实施 ECMO 前的风险预测(风险评分)**

过去几年提出了几个风险评分来评估 VA-ECMO 患者的结局，对患者的死亡风险进行分层，并筛选适合 ECMO 的患者。VA-ECMO 评分后的生存率(表 2)是从 ELSO 注册处提取的大量数据，并用来预测实施 ECMO 后的生存率。VA-ECMO 评分后的生存率是 ECLS 首次报道的用于心源性休克的院内生存率预测模型，但不适用于心脏术后的患者。其他 ECMO 评分是针对心源性休克设计的，包括一般或特定的 VA-ECMO 模式（表 3）。

表 2　SAVE 评分

| 参数 | 得分 |
|---|---|
| 急性心源性休克诊断组（选择一个或多个） | |
| 心肌炎 | 3 |
| 难治性室颤/室性心动过速 | 2 |
| 心脏或肺移植后 | 3 |
| 先天性心脏病 | –3 |
| 其他引起心源性休克并需要 VA-ECMO 治疗的疾病 | 0 |
| 年龄（岁） | |
| 18–38 | 7 |
| 39–52 | 4 |
| 53–62 | 3 |
| ≥63 | 0 |
| 体重（千克） | |
| ≤65 | 1 |
| 65–89 | 2 |
| ≥90 | 0 |
| 急性器官衰竭（可选择一个或多个） | |
| 肝衰竭* | –3 |
| 中枢神经系统功能障碍† | –3 |
| 肾衰竭‡ | –3 |
| 慢性肾衰竭§ | –6 |
| ECMO 启动前插管时间（h） | |
| ≤10 | 0 |
| 11–29 | –2 |
| ≥30 | –4 |
| 峰压≤20cm$H_2O$ | 3 |
| ECMO 前心脏骤停 | –2 |
| ECMO 前舒张压 ≥ 40 mm Hg¶ | 3 |
| ECMO 前脉压差≤20 mm Hg¶ | –2 |
| ECMO 前 $HCO_3$≤15 mm Hg | –3 |
| SAVE 评分基础上需计入的常量 | –6 |
| 总分 | -35 至 17 |

| 总 SAVE 得分 | 风险等级 | 生存率（%） |
|---|---|---|
| >5 | I | 75 |
| 1–5 | II | 58 |
| -4 到 0 | III | 42 |
| -9 到-5 | IV | 30 |
| ≤–10 | V | 18 |

在线计算器网址：www.save-score.com

*肝衰竭是指胆红素>33μmol/L 或血清转氨酶（ALT 或 AST）>70 UI/L。

†中枢神经系统功能障碍合并神经损伤，中风，脑部疾病，脑栓塞，以及癫痫发作和癫痫综合征。
‡肾功能不全被定义为急性肾功能不全（例如，肌酐>1.5 mg/dl，无论是否行肾替代疗法）
§慢性肾脏疾病定义为肾脏损伤或肾小球滤过率<60 ml/min/1.73 m2，持续时间大于 3 个月
¶ECMO 插管前 6 小时内的最差值
ALT，丙氨酸氨基转移酶; AST，天门冬氨酸氨基转移酶; ECMO; SAVE，静脉-动脉体外膜肺氧合后的存活率

表 3. VA-ECMO 生命支持的风险评分（除 SAVE Score 之外）

| 风险评分名称 | VA-ECMO | 影响因素 |
|---|---|---|
| ENCOURAGE 评分 | 心源性休克（急性心肌梗死后） | 年龄，性别， BMI，格拉斯哥昏迷指数，肌酐，血清乳酸值，凝血酶原活性 |
| REMEMBER 评分 | 心肺术后心源性休克（冠状动脉旁路移植术后） | 高龄，左主干冠状动脉疾病，正性肌力评分，肌酸激酶，血清肌酐，血小板计数 |
| CARDShock 评分 | 心源性休克 | 高龄，神经系统疾病，既往心肌梗塞或冠状动脉搭桥，血乳酸值，急性冠状动脉综合征病因，左室收缩功能障碍，肾小球滤过率 |

重症之声

AMI，急性心肌梗塞；BMI，体重指数；CABG，冠状动脉旁路移植术；CK-MB，肌酐激酶-心肌带；LV，左心室；VA ECMO，静脉动脉体外膜肺氧合。

**提出的建议**

- VA-ECMO 一般用于心源性休克发生后 6 小时内、常规药物和液体治疗无效、可逆心脏循环衰竭或可接受替代心脏循环辅助的患者，例如心室辅助装置(VADs)或心脏移植。
- 对 ECMO 功能有影响的病因(如主动脉瓣关闭不全)应被视为潜在禁忌症。
- 年龄本身不应作为绝对禁忌症。
- 在实施 ECMO 之前，预后评分可为决策提供帮助。
- 预期寿命短、严重肝病、急性脑损伤、血管疾病和免疫功能低下是 ECMO 禁忌症

## #插管、远端灌注和左室减压#

与 ECMO 回路、系统和模式有关的方面和信息在 ELSO 红皮书中有所介绍。

## 外周插管

VA-ECMO 外周置管是最常用的方法，通过腹股沟韧带下方和股动脉和股静脉各自分叉的上方进行(图 2)。根据患者的情况，15~17 Fr 的动脉导管通常可以提供足够的流量。在罕见情况下，比如脓毒症时需要较高的血流量，可能需要较大的 19 或 21 Fr 导管。较大的动脉导管可能与血管并发症（比如肢体缺血）的增加有关。

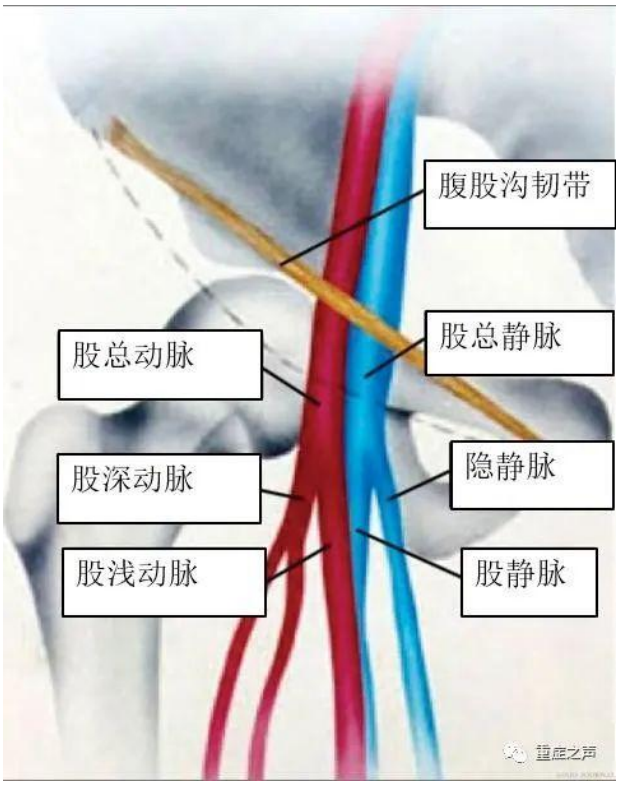


图 2. 右股血管解剖显示股总动脉、静脉、腹股沟韧带与股骨头的关系

我们认为最好将动脉和静脉导管分别放置在不同的肢体上，以减少血管并发症并有利于拔管。最好将静脉导管放置在右股静脉，因为它离下腔静脉和右心房更近(图 3)。建议在超声引导下置管，而如果在导管室，X 线透视则是首选方法。血管超声应从短轴和长轴开始。我们建议从短轴视图开始，首先识别股动脉和股静脉、股浅动脉和股深动脉(图 4A)，然后旋转 90°到长轴。可以看到股动脉及其分支(图 4B)，可以实时显像血管内的针头，避免了刺穿血管后壁。此外，使用股骨头作为标志可以确保穿刺针位于可压瘪的血管内，并避免刺入骨盆(图 4C)。此方法适用于股静脉。

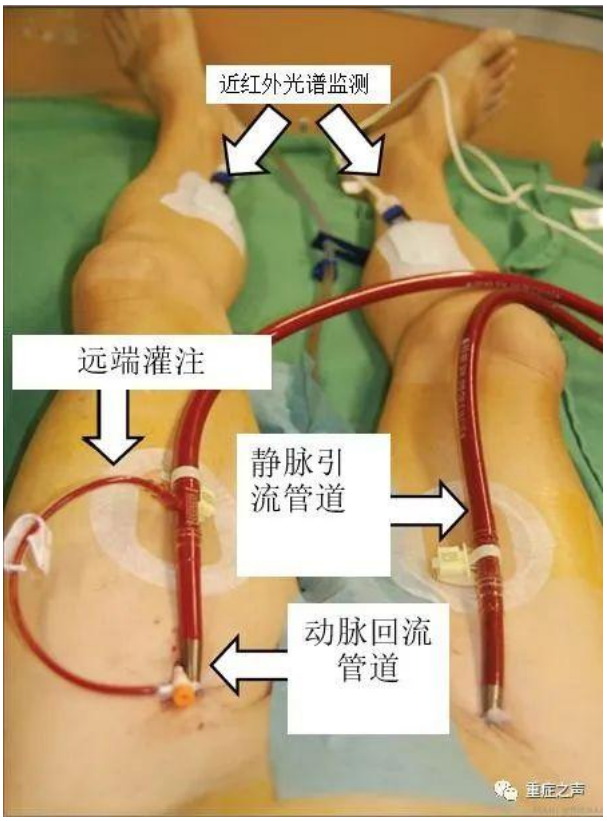


图 3. 静脉和动脉插管、远端灌注管和远端近红外光谱检测之间关系的双侧外周 VA-ECLS 插管图示

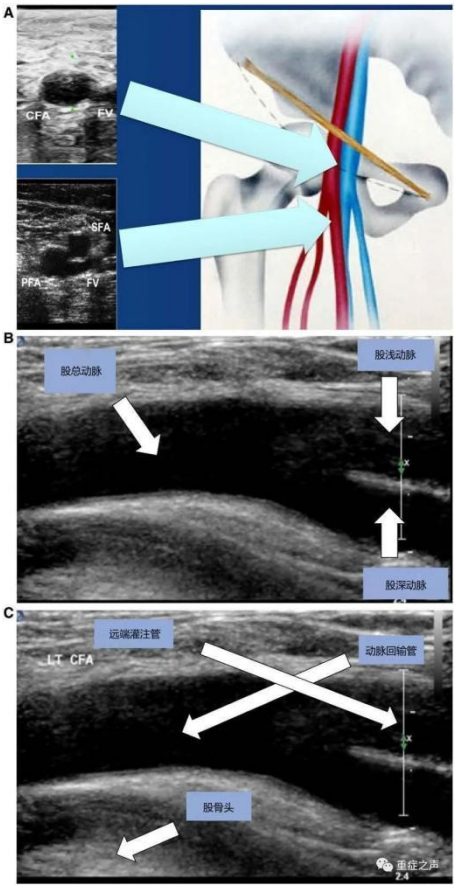

图 4.　A: 短轴血管超声显示 CFA 和 CFV、SFA 和 PFA 的分叉、腹股沟韧带和股骨头的关系。注意股浅动脉下方的 FV 走行。B: 当 CFA 分叉到股浅动脉和 PFA 时的血管超声长轴切面。C: 股动脉长轴超声显示其与股骨头和动脉回输管和远端灌注管的进针位置的关系（由香港恩盖博士提供）

在给予足够的抗凝剂后，将导丝推入相应的血管，并逐渐扩皮，以便于导管置入。在某些情况下，如肥胖、解剖结构变异和外周血管疾病，可能需要刚性导丝引导。然后将导管推进股动脉和股静脉。建议通过显像设备(超声或 x 线片)来确认初始导丝位置，引导导丝前进，并确认导管在动脉和静脉的位置(图 5 和 6)。胸部 X 线片可准确判断导管位置。

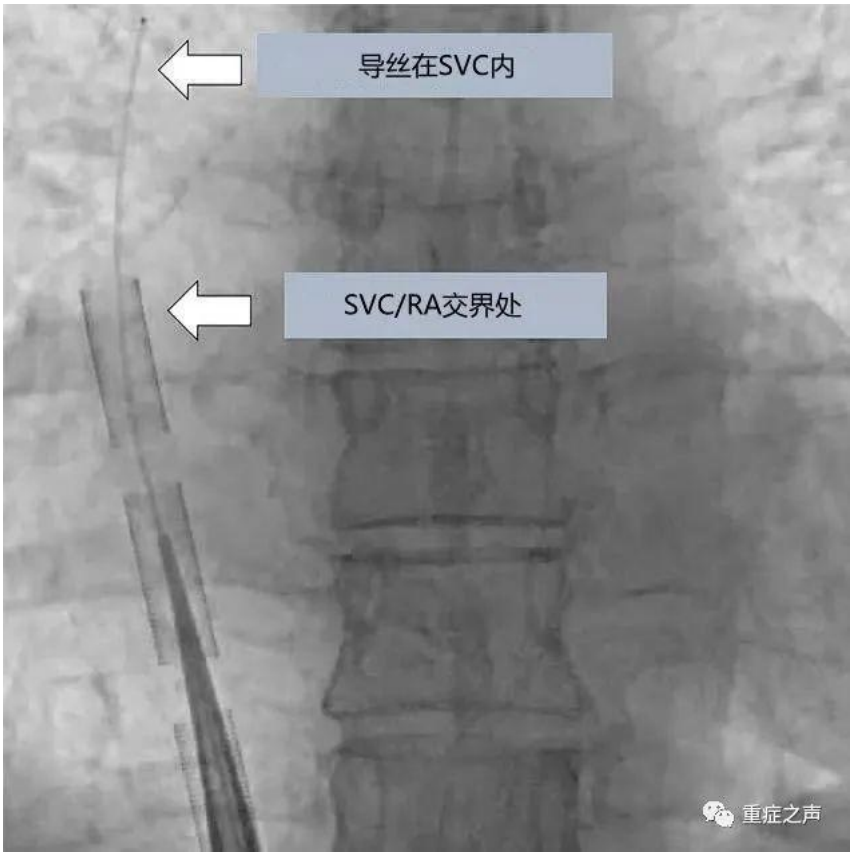


图 5. 导丝在 SVC 中的透视位置和在 SVC/RA 交界处的引流管导管尖端（由香港恩盖博士提供）

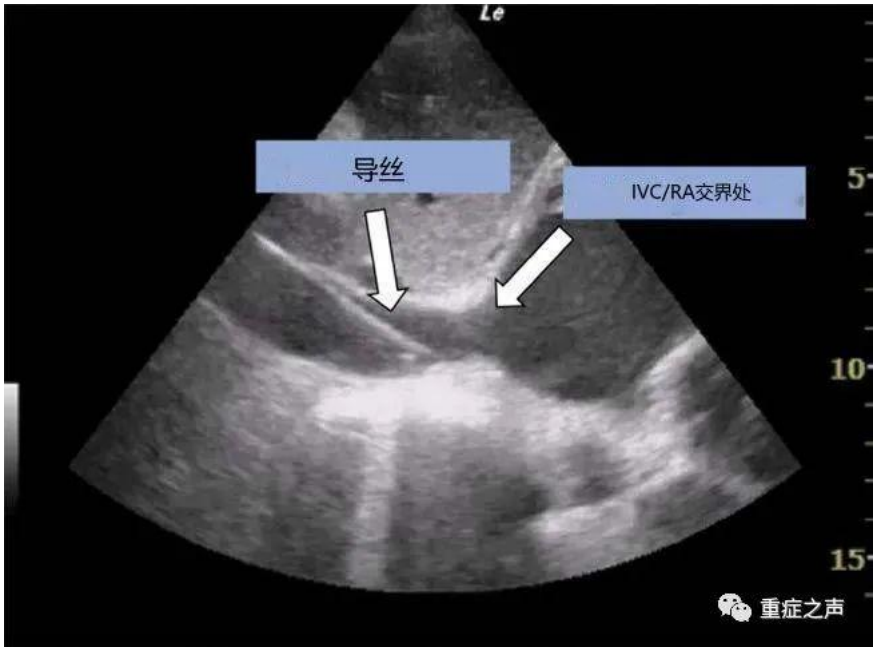

图 6. 剑突下超声心动图显示导丝在 IVC/RA 交界处的位置

锁骨下动脉或腋动脉置管是外周置管的一种。该通路可用于外周血管疾病或股动脉通路置管困难的患者，以防止股动脉部位出现并发症，包括腿部缺血、出血、血管穿孔或破裂以及置管长度不足。此处置管优点如下：(a)降低双侧肢体的氧合差，(b)促进患者早期肢体活动，以及(c)允许过渡到单纯左心室支持。在这种情况下，用人工血管连接到腋动脉可能有助于切口愈合，同时最大限度地减少感染。与局部缺血相反，上肢过度灌注伴手臂肿胀是更常见的血管并发症，这是由于高 ECLS 血流而同侧肢体血流不受限制的结果，如本节后面讨论的，在“烟囱技术”和假肢移植的情况下可能会发生这种情况。锁骨下动脉亦可直接通过“烟囱技术”置管。最后，尽管通常仅限于儿童，且可导致急性脑损伤的风险增加，颈动脉置管也可用于动脉通路，当股动脉、腋窝/锁骨下或中心通路不可行时，颈动脉置管也不失为一种可行的方法。

## 远端灌注

如果在股动脉置管，建议在股动脉置管的同侧进放置远端灌注管。远端灌注管应在超声引导下或直视下置入股浅动脉。如果是经皮入路，经股动脉穿刺置管至股浅动脉

(图 4C)。可以通过超声或 X 线透视检查确认股浅动脉中的导丝位置，并且最好通过连续血流多普勒和腘动脉超声来确认血流。当使用较小的 15 Fr 和 17 Fr 动脉套管时，可行近红外光谱(NIRS)进行决策是否需要远端肢体灌注。NIRS 显示组织氧饱和度应该在 50%以上，最好是 60%，且两侧肢体末端之间的差异应该小于 20%。一般远端灌注推荐使用短的 6Fr-8Fr 钢丝增强鞘。较长和较粗的套管可能导致血管创伤和痉挛。远端灌注管的侧臂使用连接器与短导管连接到动脉插管的通气口(图 3)。通过足背动脉或胫骨后动脉行逆向肢体灌注也是可行的，且不需要透视或超声引导。有条件的情况下，测定血流量确认组织有足够的灌溉（至少为 100 毫升/分钟）。最后，建议远端肢体灌注在 ECMO 机构完成，以防止肢体灌注不足。

**左心室减压策略**

VA-ECMO的一个主要缺点是由于主动脉后负荷的增加和相关的左心室射血不足，会导致显著的左心室负荷过重，这可能对急性梗塞的左心室损伤较大。高后负荷和低左室输出可能导致主动脉瓣开放障碍，导致急性肺水肿或左侧心腔或主动脉根部血栓形成。因此，VA-ECMO 的左心室减压方法应由临床/影像学决定(图 7)。胸部 X 线片上的肺水肿、小于 5-10mmHg 的脉压差、超声心动图上左心室“烟雾样”显影以及伴有左室扩张的主动脉瓣关闭都应该及时干预。非侵入性技术，包括维持有效的器官灌注情况下减少 ECMO 血流、扩张血管以直接降低外周动脉阻力，增加呼气末正压(PEEP)以减少肺动脉流量并增强右心向 ECMO 系统的引流，或适度的增强心肌收缩力以维持左室射血，这些都是控制左室射血的方法。通常，左室负荷过重不利于心肌恢复，出现左室受损时应立即处理(表 4)。其他更积极的减负荷策略包括临时性经皮轴流式左心室辅助装置(LVAD)(Impella；Abiomed，Danvers，MA)，房间隔造口术或直接引流，或直接左心室心尖插管减压。尽管主动脉内球囊反搏广泛用于降低左心负荷，但相关数据有

限。最近研表明左心室减压对脱机和存活有利。表明 VA-ECMO 对心脏的支持必须得到足够的关注和监测，以便及时干预。

| 入径 | 影响因素 | 严重程度 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 动脉导管 | 动脉搏动 | 轻微减弱 | 中等减弱 | 几乎无搏动 | 低创性心室减负荷 |
| 中心静脉导管 | 上腔静脉血氧饱和度 | 75-55% | 55-45% | ＜45% | |
| | 中心静脉压 | 8-12mmHg | 12-16mmHg | ＞20mmHg | |
| 超声心动图 | 主动脉瓣 | 2 bpm打开1次 | 3-4 bpm打开1次 | 闭合 | |
| | 左室扩张 | 轻度 | 中度 | 重度 | IABP+低创性心室减负荷 |
| | 左房扩张 | 轻度 | 中度 | 重度 | |
| | “烟雾状”现象 | 轻度 | 中度 | 重度 | |
| | 室间隔扩大 | 1.5-2.5cm | ＞2.5cm | ＞2.5cm | |
| | 室间隔减小 | ＜50% | ＜50% | 无变化 | |
| 漂浮导管 | 肺毛细血管楔压 | 13-18mmHg | 18-25mmHg | ＞25mmHg | 有创性心室减负荷 |
| 胸部X线 | 肺水肿 | 肺泡水肿 | 间质水肿 | 再分配 | |

重症之声

图 7.用于评估左心室减压的标准

表 4 在 VA-ECMO 期间降低左心室负荷的方法和效率

| 程序类型 | 效率 |
|---|---|
| **侵入性较小的操作** | |
| 低 ECMO 流量 | √√√ |
| 正性肌力药 | √√ |
| 血管舒张 | √√ |
| 高水平呼气终末正压 | √√ |
| 利尿剂 | √ |
| **侵入性（基于导管的）操作** | |
| 经主动脉吸引装置 | |
| 心室辅助系统(Impella) | √√√√√ |
| 经主动脉搏动式吸引装置 | √√√ |
| 房间隔造口术 | √√√-√√√√ |
| 经心尖左心室减压 | √√√√√ |
| 经二尖瓣左心室减压 | √√√√√ |
| 肺动脉引流 | √√√ |
| 主动脉内球囊反搏 | √√ |
| 经房间隔心房插管 | √√√√ |
| 其余静脉插管 | √√ |
| 体外生命支持中心 | √√√ |

重症之声

ECMO：体外膜肺氧合、PEEP：呼气末正压、IABP：主动脉球囊反搏。

## #中心置管#

特别是在股骨/髂水平存在严重的周围血管疾病的情况下，心脏切开术后通常采用中心置管，尽管最近的研究表明，即使在这种情况下，术中过渡到外周置管能提供更好的结果。当心脏术后决定进行中心置管时，常使用 CPB 相关置管（升主动脉灌注及右心房引流）。主动脉与人工移植物的连接通常在主动脉手术后开始进行，也可以作为允许胸骨闭合的解决方案而被采用。中心置管相较于外周置管有几个优点和缺点（表 5）；但似乎外周置管的预后更佳，即使是心脏术后的患者，外周置管也比中心置管更可取。

表 5. 心脏术后体外膜氧合的患者中心置管与外周置管的优缺点

| | 优点 | 缺点 |
|---|---|---|
| 中心置管（主动脉/心房） | 使用原来的（体外循环）插管 | 胸骨开放（可能胸部闭合） |
| | 顺向性血流 | 出血风险高 |
| | 引流更好（右心房插管） | 心脏压迫 |
| | 长时间的生命支持（锁骨下动脉置管） | 需实施胸骨切开术移除插管 |
| | 较高的 ECMO 流量（通过右心房引流减轻心脏负荷） | 易感染（脓毒症） |
| | 利于患者活动（特别是锁骨下动脉置管） | 脑栓塞风险较高 |
| | 更利于左室射血 | 主动脉瓣关闭的风险高 |
| | 氧合差异的风险较低 | |
| 外周置管（经皮，股动脉） | 无手术切开 | 下肢缺血 |
| | 出血风险降低 | 逆行血流（左心室后负荷增加） |
| | 胸骨无创伤 | 不适合长期生命支持 |
| | 无心脏压迫 | 低 ECMO 流量 |
| | 更容易切换到 VAD | 血管并发症(置管期间或拔管后) |
| | 无需再次胸骨切开去除插管 | 左室减压方法减少（经皮） |
| 外周置管（切开，股动脉） | 外周血管和置管部位可视 | 下肢筋膜室综合征（在大多数情况下需要远端灌注） |
| | 出血比中心置管少 | 逆行灌注（左心室后负荷增加） |
| | 胸骨无创伤 | 不太适合长期生命支持——不利于患者活动 |
| | 无心脏压迫 | 低 ECMO 流量（有限的右心室减压） |
| 外周置管（切开，腋动脉） | 避免腿部缺血 | 上肢筋膜室综合征 |
| | 避免南北综合症 | 上肢高灌注综合征 |
| | 如果需要长时间的生命支持，利于患者适当活动 | 较高的出血风险（置管部位） |
| | 外周血管和置管部位可视化 | 更高的脑栓塞风险 |
| | 出血比中心静脉置管少 | 较低的 ECMO 流量（有限的右心室减压） |
| | 胸骨无创伤 | 逆行血流（LV 后负荷增加，但少于股动脉插管） |
| | 无心脏压缩 | 血管并发症率较高 |
| | | 耗时 |

重症之声

ECMO:体外膜氧合、LV:左心室、VAD:心室辅助装置

**提出的建议**

- 外周动脉置管更能改善预后，在严重血管疾病的情况下，应考虑进行锁骨下动脉或腋动脉置管。
- 建议在初次行股动脉置管时进行同侧肢体远端灌注。
- 在心脏切开术后和面对严重的周围血管疾病时，可考虑进行中心置管。
- 当出现左室扩张时，应立即左室减压，因为它与撤机率和早期生存率的增加相关（数据有待证实）。
- 左室减压可通过可无创或有创的 MCS，或者通过左侧经皮或中心置管进行。

## #装置和特点#

**在规划 MCS 的初始插管策略时所考虑的因素包括：**

- 导致心功能不全的病因和预计恢复的时间；
- 呼吸功能障碍的严重程度和预计恢复的时间；
- 每个心室的功能储备；
- 瓣膜病变的存在和严重程度；
- 动脉通路和血管大小的风险；
- 凝血功能障碍的严重程度和胸骨切开术的风险；
- 计划后续手术，例如持久性 VAD 植入或心脏移植。

对于那些主要心力衰竭但保留肺功能的患者，基于 ECLS 线路的 MCS 有多种选择（表 6）。

表 6.单纯心力衰竭临时机械循环辅助的 ECMO 策略

| ECLS 策略 | 应用时机 |
| --- | --- |
| 外周型 VA-ECMO（股动脉灌注） | 任何原因的潜在可逆心源性休克的一线治疗 |
| 中心型 VA-ECMO（主动脉灌注） | 预期 7 天内不能脱离体外循环<br>股动脉插管不能满足的心源性休克儿童的抢救 |
| VA-ECMO（腋动脉灌注） | 不需要高血流量的可逆心源性休克<br>可逆性心源性休克伴下肢血管疾病主动脉夹层术后 |
| 离心泵左心室辅助装置（左房/左室引流，灌注主动脉） | 单独左室辅助，预计 8 周内恢复 |
| 离心泵右心室辅助装置（右房引流，灌注肺动脉） | 单独右室辅助，预计在 8 周内恢复 |
| 离心泵双心室辅助装置 | 双心室辅助，预计 8 周内恢复 |

重症之声

鉴于其侵入性较小（与胸腔入路相比），进行外周 VA ECMO 并注意避免或尽量减少 LV 扩张，是传统治疗难治性孤立性急性心力衰竭患者的一线可行选择。

外周 VA ECMO 的局限性促使人们通过转为临时 LVAD 或 biVAD，以便进行左室减压（图 8）。

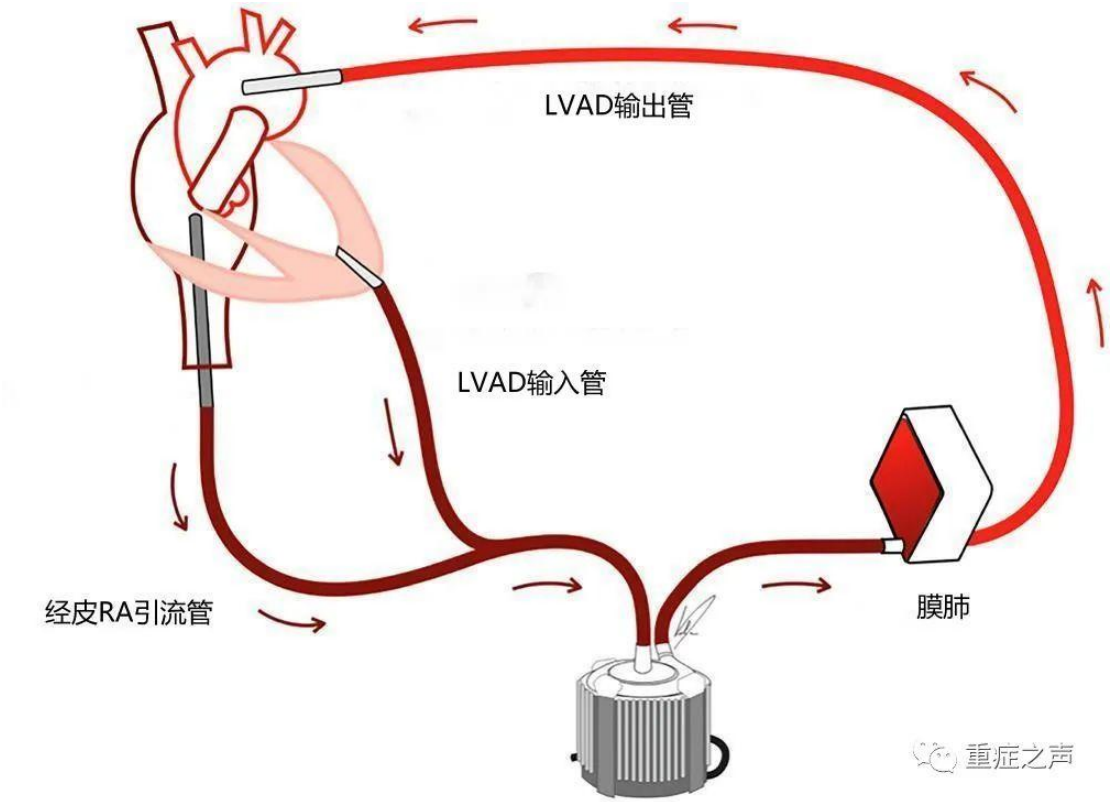


图 8. 提供双心室辅助和呼吸支持。体外膜肺氧合系统可与回路中的氧合器提供的呼吸支持一起用作双心室辅助装置（经 SAGE 出版物许可改编）。LVAD，左心室辅助装置；RA，右心房。

任何产生右向左分流的灌注策略都需要回路中的氧合器。氧合器还可以提供温度控制。该策略通过单泵构造有效地提供了双心室支持和气体交换，并能够在不需要时停止右心室(RV)支持。然而，这种构造需要对左心室（或左心房）和主动脉进行胸骨切开术和插管。然后需要再次手术（胸骨切开术或开胸术）以便在心脏恢复时取出插管或植入长期机械辅助装置。图中描述了用于临时心肺支持的微创技术，包括过渡到允许活动的中期辅助装置的策略（图 9）。虽然这种装置需要左侧开胸，但避免了胸骨切开术，在心脏没有恢复（长期 LVAD 植入作为最终方法或心脏移植的桥梁）的情况下，可能会降低后续手术的风险。

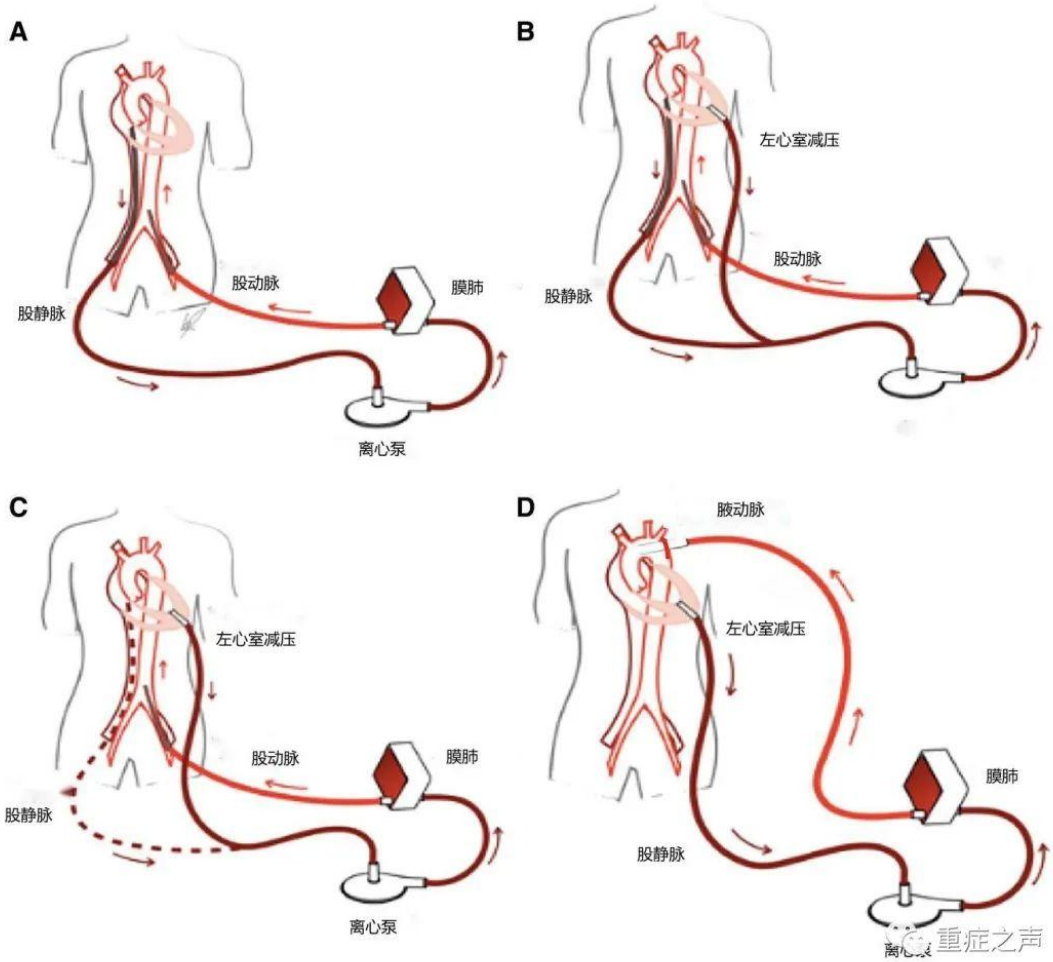


图 9. 从外周静脉动脉 ECMO 过渡到使用 ECMO 作为临时心室辅助装置，无需胸骨切开术，需要同时呼吸支持。A：标准的股-股静脉动脉 ECMO 配置。B：通过开胸方法进行左心室心尖插管和减压。C：右心室恢复后移除右心房引流管并提供单独的左心室临时支持。D：腋动脉插管以便早期活动。ECMO，体外膜肺氧合。

在有呼吸支持（Oxy RVAD）或没有呼吸支持（单纯 RVAD）的情况下，ECMO 系统都可以提供临时的 RV 支持，通过经皮股静脉走行至右心房的导管引流血液回到肺动脉来实现。该策略被认为是通过置入长期 LVAD 来临时支持 RV 的一种方法，同时也适用于其他原因所致的严重单纯的 RV 功能障碍。在 RV 恢复后，移植物可以在拔管时结扎和掩埋，无需再切开胸骨。

在存在单纯 RV 功能障碍的情况下，可以考虑选择性 PA 进行置管。可选择直接 PA 置管或另一种通过右颈静脉经皮通路的微创方法。目前 PA 置管可以通过单腔或双腔插管实现。

在心肺合并疾病的患者中，如果心脏恢复但肺功能仍差，就会出现上半身缺氧（氧合差异）。如果心脏恢复令人满意则能够通过过渡到 VV ECMO 来克服，或者使用 VAV ECMO 来克服，VAV ECMO 可以让含氧血液返回循环的动脉和静脉系统，从而最大限度地减少上身缺氧的风险。还提到了可通过腋动脉或锁骨下动脉置管使含氧血液灌注到升主动脉中。将股静脉置管定位位置向上移至上腔静脉口或更高处，可使氧饱和度较高的血液从下腔静脉回流至右心。这也可能在一定程度上缓解上身缺氧。

在这种情况下，一种更具侵入性、高风险的选择是使用回路中装有氧合器的离心 ECMO 系统作为临时 LVAD/biVAD。该结构可以采用多种配置（表 7）来支持左心室或右心室，当肺功能稳定或恢复时，可以从回路中取出氧合器。这种策略可以为患者提供更长时间的支持，有更多的时间恢复，并最大限度地减少左室扩张和血栓形成的风险。这非常适合疑似急性心肌炎的患者，其心肌可能恢复但也可能需要长期支持。

表 7. 心脏和呼吸支持的高级 ECLS 策略

| ECMO 策略 | 主要适应症 |
| --- | --- |
| 股动脉灌注的 VA ECMO | 任何原因的潜在可逆性心源性休克的默认策略。 |
| 腋动脉灌注的 VA ECMO | 无需高流量的可逆性心源性休克 |
| | 可逆性心源性休克伴下肢血管疾病 |
| | 气体交换不良的可逆性心源性休克——预期长期支持患者活动 |
| 升主动脉灌注的 VA ECMO | 预计在 7 d 内恢复的 CPB 脱机失败 |
| | 在股动脉通路不足的情况下挽救心源性休克的小患者 |
| | 重症心肺衰竭联合抢救 |
| VAV ECMO | 使用 VV ECMO 出现循环不稳定的患者 |
| | 重症心肺衰竭联合抢救 |
| VPA ECMO | 预计持续时间长达 2 周的可逆的 RV 功能障碍 |
| 离心泵 RVAD 股动脉通路+氧合器 | 预计持续时间长达 2 周的可逆的 RV 功能障碍 |
| 离心泵 RVAD-RA 通路+氧合器 | 预计持续时间长达 8 周的可逆的单纯的 RV 功能障碍，并计划移除氧合器转换为 RVAD |
| 离心泵杂合模式（需要氧合器） | VA ECMO 中严重的 LV 后负荷不匹配 |
| | 早期 RV 预计早于中期 LV 恢复的重症心肺衰竭 |

重症之声

可能需要过渡到中期或长期支持。

CPB，体外循环；ECLS，体外生命支持；FA，股动脉；FV，股静脉；LA，左心房；LV，左心室；LVAD，左心室辅助装置；PA，肺动脉；RA：右心房；RV，右心室；RVAD，右心室辅助装置；VA ECMO，静脉动脉体外膜肺氧合；VAV，静脉动脉/静脉；VPA，静脉肺；VV，静脉-静脉。

**提出的建议**

- ECMO 装置应个体化选择，以解决右心室、左室或双心室障碍。

• 肺功能差、无法氧合导致主动脉差异氧合可能要求 ECMO 配置需要：

(a) 提高心脏减压以增加射血，

(b) VAV 置管，或

(c) 在单纯右心室障碍的情况下，使用带有氧合器(RVAD 或 OxyRVAD)的 RA-PA 置管。

## #管理/监测#

针对 VA ECMO 患者的日常护理非常复杂，需要深入了解危重症护理管理和床边监护，这些都源于体外循环和人体之间错综复杂的相互作用(表 8 和图 10)。

表 8. VA ECMO 期间的临床监测

| |
|---|
| **有创动脉血压监测/右桡动脉** |
| •脉压——测量心肌收缩力 vs ECMO 血流量 |
| •血氧饱和度——测量主动脉弓近端氧合/发现差异性缺氧 |
| **脉搏血氧仪/右手** |
| •血氧饱和度——测量主动脉弓近端氧合/发现差异性缺氧 |
| **肺动脉导管** |
| • 发现升高的左心充盈压力 |
| • 支持左心减压治疗的指征 |
| • 持续心输出量监测作为残余肺动脉流量的指标（或者，可以通过测量呼气末 $CO_2$ 来监测残余肺动脉流量） |
| **超声心动图** |
| • 早期心脏诊断和 VA ECMO 禁忌症的识别 |
| • 可视下正确血管的穿刺和引导置管 |
| •ECMO 支持的最佳设置 |
| • 血流动力学和心脏状况的连续评估 |
| • 撤机试验期间的心脏评估 |
| **心电图** |
| • 考虑进行连续的多导联心电图监测 |
| **近红外光谱仪** |
| • 监测肢体（单侧和双侧比较）和脑灌注 |

重症之声

| | 监测 | 治疗 |
|---|---|---|
| 心律 | 心律失常例如室颤，可能阻止心室射血 | 抗心律失常药物、心脏电复律、起搏器、消融 |
| 平均动脉压 | 低血压（MAP=CO×SVR）<br>(1)VA-ECMO 流量不足<br>(2)DVR 不足 | <br>(1)参见下文“流量”<br>(2)使用血管收缩药 |
| 搏动指数 | 动脉波形的搏动指数降低的原因有：(1)心功能差；(2)过度的 VA-ECMO 支持；(3)前负荷不足；(4)右心衰竭<br>可能导致：(1)血栓；(2)心肌缺血；(3)肺水肿 | 如果心功能差，考虑：降低 VA-ECMO 流量、启用或增加强心药、启动或增加血管扩张药、主动脉球囊反搏、心脏减压 |
| 流量（L/min） | 低流量（假设离心泵）：<br>(1)前负荷不足<br>a.低血容量（可见溶血和管路抖动）<br>b.机械性梗阻<br>(2)后负荷过高（血栓，管路打折，SVR）<br>(3)转速不够 | (1)容量：<br>晶体/胶体/输血<br>解除机械性梗阻<br>(2)更换膜肺，理顺管路，血管扩张药物降低 SVR<br>(3)增加泵的转速 |
| 气体交换 | PaO2 不足，CO2 不足或过度清除<br>(1)VA-ECMO 设置<br>a.FiO2<br>b.VA-ECMO 的血流量<br>c.气流量<br>(2)膜肺的功能<br>a.膜前和膜后的压力<br>b.膜肺前和后的气体分压<br>(3)上半身缺氧（股-股置管） | (1)如果低氧血症，增加 FiO2 或血流量，如果高碳酸血症，增加气流量。如果低碳酸血症，降低气流量或在通气中添加 CO2<br>(2)AP 升高和膜后血动脉化不足提示膜肺功能障碍<br>(3)增加肺静脉氧含量。调整机械通气设置。治疗肺功能障碍的病因。增加 VA-ECMO 的血流量。更换为腋动脉或颈动脉置管。变更为 VA-V-EMCO 或 VV-ECMO。 |
| 氧输送：SvO2 和乳酸 | 降低的 SvO2 和升高的乳酸提示氧供不足（DO2=CO×CaO2）<br>(1)VA-ECMO 血流量<br>(2)血红蛋白<br>(3)动脉氧饱和度<br>过度的氧消耗（ER=VO2/DO2）<br>(1)发热<br>(2)颤抖 | <br>(1)增加 VA-ECMO 的血流量<br>(2)输血<br>(3)保证充足的气体交换<br><br>(1)退热<br>(2)考虑使用药物，如哌替啶和右美托咪啶 |
| 远端肢体缺血 | 脉搏消失<br>肢体发绀或冰冷 | 股-股置管<br>DP 或 PT 顺行性灌注管 |
| 抗凝 | 监测 APTT 充分的肝素化 | |
| 体温 | 正常体温除非治疗性低体温 | 重症之声 |

图 10. 监测和治疗 VAECLS 患者的方法。（根据知识共享归属许可授予的使用许可）(来自 ELSO 红皮书第 5 版，2017 年)。VAECLS：静脉动脉体外生命支持。

## 心血管管理和监测

关注与良好灌注相关的常规参数是 VA ECMO 管理的基础。混合静脉血氧饱和度提供了有关氧供需的关键信息，这些信息很难通过其他检测获得。有创动脉血压监测在

VA ECMO 中是必要的，因为脉压反映了持续 ECMO 支持期间心脏自身的收缩力。重要的是，当与 IABP 联合使用时，评估主动脉瓣开放和左心室自身产生的脉压可能需要改变 IABP 频率和超声心动图。

右桡动脉和右上躯干脉搏血氧饱和度应常规用于血气分析和组织氧合测定，以立即检测到上身躯干低氧血症。毛细血管搏动减弱可能会妨碍脉搏氧饱和度的记录，因此这反过来可能需要更频繁的动脉血气分析来保证足够的氧合。

VA ECMO 期间应该考虑使用肺动脉导管(PAC 或 Swan-Ganz)，因为它可以检测左侧充盈压力升高，这可能会促进左心室减压技术的使用(详见“VA ECMO 中的左心室减压”部分)。如上所述，VA ECMO 期间基于 PAC 的持续心输出量监测是不准确的，但它可以提供肺动脉血流指标和帮助撤机。或者，可以通过测量呼气末二氧化碳来监测和判断能否撤机。

中心静脉压(CVP)以及中心静脉、混合静脉血氧饱和度的测量应进行谨慎分析。所有这些参数可能取决于插管方式和位置，以及体外循环与心血管和呼吸系统之间的相互作用。

目前 VA ECMO 管理和监测的主要手段是超声心动图和血管超声。它的适应范围从早期的心脏诊断和 VA ECMO 禁忌症的识别，到合适血管通路的可视化和插管过程的引导，体外支持的个体优化以及血流动力学和心脏状况的系列评估，直至最终 VA ECMO 的撤机实验（详见“撤机”部分）。在这方面，超声医师需要熟悉 VA ECMO 技术的基础知识及其对心血管病理生理学的影响。所有患者均应接受连续心电图监测。

**呼吸管理和监测**

接受 VA ECMO 的患者通常需要有创机械通气，尽管缺乏针对 VA ECMO 人群的可靠数据，但建议采用肺保护性通气策略，包括用小潮气量和分钟/通气量避免气压伤，以及用相对较高的呼气末正压(PEEP)维持肺泡开放。较高的 PEEP 也可能有助于抵消静水压升高的影响。左心室减压不充分，肺血管静水压可能升高而导致肺水肿。肺水肿也可由高流量 VA ECMO 时肺血流量减少甚至肺缺血，或每日液体正平衡引起或加重。肺水肿的发生与 VA ECMO 的预后差有关。

肺水肿是 VA ECMO 中一个可怕的并发症，它可能会影响短期和长期预后，应通过复查胸片或肺部超声对其进行仔细监测。ECMO 期间拔除气管插管可降低机械通气风险，促进活动、康复锻炼以及与家人和陪护的沟通。表 9 总结了 VA ECMO 期间心血管/呼吸管理和监测的所有具体内容。

表 9 VA ECMO 期间的临床管理

| 机械通气 |
| --- |
| • 采用肺保护性通气策略，潮气量为 Vt 6－8 ml/kg 理想体重 |
| • 避免肺水肿（左心室扩张的监测和预防，脉压 >10 mmHg 和主动脉瓣开放评估，高 PEEP，血管扩张剂，ECMO 流量调节，适度的正性肌力药，利尿剂或根据当地专业知识和资源指定的通气策略） |
| • 鼓励运动 |
| • 考虑拔管 |
| **一般重症监护管理** |
| • 制定抗凝治疗和监测方案 |
| • 考虑多模态神经监测/神经影像 |
| • 密切监测和积极治疗下肢缺血，包括取栓、血管修复、血运重建和筋膜切开术 |
| • 考虑改变的药代动力学/药物剂量 |
| • 争取液体平衡/负平衡 |
| • 如果需要，将 CRRT 设备连接到 ECMO 管路 |

重症之声

**危重症监护管理的特殊方面**

VA ECMO 的主要并发症是出血、血栓形成和感染。因此，程序化抗凝治疗及密切监测在 VA ECMO 管理中尤为重要，这部分内容在 ELSO 指南中有详细概述并在最新的综述中加以总结。正如前面提到的，下肢缺血的密切监测和积极治疗应该被确立为治疗方案。特别是在有外周插管的情况下，应建议使用头颅和下肢近红外光谱分析来评估血流灌注。

在预防和治疗 VA ECMO 期间感染性疾病方面，需要注意的是 VA ECMO 会显著改变不同抗生素的药代动力学(PK)和药效学(PD)，所以可能需要调整药物剂量并密切监测药物浓度。上述尤其适用于伴有肝肾功能不全的患者。

关于镇静，如果血流动力学和呼吸条件允许，可以进行清醒 VA ECMO，甚至拔除气管导管。事实上，因严重休克接受 ECMO 治疗的患者可能 ECMO 之前已经存在持续的脑损伤。因此，在建立稳定的 ECMO 后，应尽快唤醒患者以评估神经功能。如果神经功能正常，则按照心脏恢复的目的进行护理。如果有证据表明有严重的脑损伤，护理应该持续足够长的时间，以便重复神经系统检查(1-2 天)。如果神经功能没有改善，应考虑终止无效的 ECMO。

开始行 VA ECMO 后，很明显，患者的预后在很大程度上取决于基础疾病的严重和可逆程度以及伴随的多器官系统损伤。无论是康复期、长期机械循环支持还是移植，患者的身体状况和神经功能恢复对预后至关重要。

总之，VA ECMO 的危重症护理管理包括公认的机械通气、器官灌注、感染、神经功能监测、康复治疗、营养，但特别需要注意抗凝、肢体缺血、差异氧合、左心室扩张、液体平衡、药物代谢、药代动力学和药效学、连续性肾替代疗法，如表 10 和图 10 所示。

表 10. VA ECMO 期间的主要并发症和处理建议

| 并发症 | 处理 |
| --- | --- |
| 置管不到位 | • 在置管时，常规使用超声或透视 |
| 置管侧下肢缺血 | • 预防性置入小号的远端灌注管<br>• VA ECMO 前、期间和结束后，NIRS 监测腓肠肌<br>• 置管侧下肢的脉冲多普勒检查 |
| 股静脉/腔静脉深静脉血栓形成 | • VA ECMO 期间和之后充分的抗凝<br>• 拔除置管后血管的超声检查 |
| 左心室过负荷 | • 将 MAP 降到可接受的最低值<br>• 使用小剂量正性肌力药，尽可能避免使用升压药<br>• 使用肺动脉导管和呼气末 CO2 监测肺灌注<br>• 定期行超声心动图<br>• 有指征时行左心减压（见相应表格） |
| 差异氧合 | • 监测右臂的动脉血气和饱和度<br>• NIRS 监测大脑和下肢<br>• 优化通气<br>• 必要时采取 VAV 模式 |
| 下半身高氧血症/低碳酸血症 | • 每次更改 ECMO 设置后测膜后血气<br>• 调整气流和氧浓度，使氧合器后血碳酸维持正常和轻度高氧血症（150mmHg） |
| 装置凝血 | • 充分抗凝<br>• 定期监测 APTT 或 ACT、D-二聚体、跨膜压力和膜肺的气体交换能力，如果凝血及时更换膜肺 |
| 出血 | • 充分抗凝（在出血过多或危及生命时减少或停止肝素）<br>• 定期监测 APTT 或 ACT、血小板、纤维蛋白原<br>• 脑部 NIRS 监测<br>• 避免所有不必要的有创操作 |

重症之声

**建议**

**危重症监测应强调：**

- 全身静脉血氧饱和度，确保充足的氧供
- 评估右侧组织灌注包括肢体和大脑的 NIRS 以及时诊断差异性氧合
- 监测脉压评估心脏内在功能
- 肺保护性通气

**间断监测：**

- 乳酸、游离血红蛋白、D-二聚体、血细胞及相关参数
- 神经系统检查
- 使用肺动脉导管(Swan-Ganz)评估左侧压力
- 标准化多模式神经功能监护以检测急性颅脑损伤
- 一旦血流动力学稳定，特别是在支持时间延长的情况下，应考虑苏醒和拔管。

## #VA ECMO 的并发症#

VA ECMO 是一种有创操作，并发症很常见，可能危及生命。因此，早期识别和治疗非常重要。优化患者管理能够避免并发症并很可能会改善预后(表 10 和 11)。

表 11 VA ECMO 特定并发症的发生率，数据来自 ESLO 注册数据，2014-2018（总例数 14580，存活率 44%）

| 并发症 | 报告的发生率（%） | 出院存活率（%） |
|---|---|---|
| 管路组件凝血 | 9.2 | 41 |
| 溶血（fHb> 50mg/dl） | 3.4 | 32 |
| 置管部位出血 | 12.5 | 38 |
| 手术部位出血 | 14.5 | 33 |
| 心包填塞 | 4.4 | 37 |
| 肺出血 | 2.3 | 23 |
| 中枢神经系统出血(US 或CT） | 1.4 | 11 |
| 中枢神经系统梗塞（US 或 CT 或 MRI） | 3.5 | 22 |
| 需要肾脏替代治疗 | 29.6 | 31 |
| 培养证明感染 | 7.6 | 40 |
| 肢体缺血 | 5.3 | 30 |
| 截肢 | 0.7 | 52 |

重症之声

**插管并发症**

大尺寸插管是获得充足血流所必需的，但伴有大量出血的血管损伤、插管位置错误和远端肢体缺血在插管时并不少见。因此，插管应只能由有经验的操作人员使用高质量的设备(插管、扩张器和导丝)进行。虽然使用小的远端灌注导管可以将腿部缺血的发生率从 25.4%降低到 9.7%，但可能会增加股动脉灌注导管和远端灌注导管之间血管血栓形成的风险，这导致一些临床医生倾向于手术拔管。与开放技术相比，应用 Seldinger 技术经皮插管可以减少局部感染并发症和可能的出血风险。然而，并没有证据表明经皮插管比切开插管更具优越性，这方面的进一步研究仍然是必要的。此外，由于插管位置错误的风险很大，因此强烈建议继续使用成像技术(超声或透视)进行穿刺和定位。另外，超过 25%的患者可能会发生血栓栓塞事件。

**ECMO 回路特有的并发症**

所有 ECMO 设备的一个共同技术问题是回路内会逐渐形成血栓，特别是在氧合器中(大于 10%)。这可能导致氧合器故障，需要紧急更换。泵头内凝血的发生率小于 4%，可能导致大量溶血。在长时间复苏后可观察到与 ECMO 无关的显著溶血，而这在运转良好的现代 ECMO 设备中应该很少发生。ECMO 会导致血小板减少、血小板激活、凝血因子比如 von-Willebrand-factor 多聚体和纤维蛋白原的减少，这些再加上治疗性抗凝，大大增加了出血的风险。VA ECMO 相关的神经系统并发症很常见(占总并发症的 15.1%)。同时可能会发生炎症因子级联激活、肝素诱导的血小板减少或管路相关感染，但很少会造成重大的临床问题。

**VA ECMO 的特有并发症**

通常认为 VA ECMO 增加了左心的后负荷，然而，实际是因为 ECMO 逆向血流引起血压升高，由于左心收缩极差，从而导致每搏量下降，使得主动脉瓣开放减小或关闭时间延长。因此，在提供足够的器官灌注，避免无氧代谢的前提下，VA ECMO 的流量应尽可能低，这样可以增加左心室的前向射血。左室的扩张还可能会引起室壁张力增加、心肌缺血、复极延迟、肺水肿和左心腔内血栓，这些并发症在任何 ECMO 流量都有可能发生，取决于左心残余的收缩力。“差异性缺氧”是指下半身被 ECMO 氧合的血液灌注，但由于左心功能有一定恢复且合并严重肺部病变，上半身的某些部位（例如冠状动脉、右臂、大脑）被经心肺的低氧血液灌注。此时心脏和大脑可能会发生缺氧损伤，应当及时的从右手采动脉血，行血气分析观察血氧饱和度。如果优化通气不能解决问题，则可能需要额外放置颈静脉回流管，转为 VAV 模式。最后，显著的高氧血症和低碳酸血症很容易在膜后发生，这些血流可能在未稀释的情况下灌注下半身的器官。众所周知，高氧血症和低碳酸血症伴有呼吸性酸中毒都会对机体产生不利影响，必须在每次改变 ECMO 设置后，测量膜后血气来避免，包括调整氧气浓度和总气流。

**建议**

- 在超声引导下进行经皮穿刺置管。
- 如果放置的是大尺寸插管，在拔管时建议手术拔除。
- 如果 ECMO 流量和氧合异常，应排除置管异位。
- 血栓可能会在动脉或静脉插管部位形成，可能在 ECMO 支持期间或之后形成。
- 在存在差异氧合和难治性呼吸功能不全的情况下，应考虑增加额外的灌注管（通常在上腔静脉），转变为 VAV ECMO 模式。
- 应避免过度低氧和高氧血症。

- 还应避免 ECMO 开始时的快速低碳酸血症，以减少脑血管收缩和随后的并发症。

## #VA ECMO 的撤机#

当患者心脏充分恢复后，应考虑撤离 VA ECMO。具体来说，在 VA ECMO 流量为 2-2.5L/min 时，只需要少量的血管活性药物和正性肌力药物，就可以维持脉压差>10mmHg，平均动脉压（MAP）> 65 mmHg，就具备了尝试撤离 ECMO 的条件。

在低泵流量和撤机试验的阶段，应确保充分的抗凝。撤机试验期间的超声心动图至关重要，推荐用于评估双心室功能、是否存在瓣膜功能障碍以及 LVOT VTI（心输出量的替代指标）。在此阶段，夹住 VA ECMO 回路，使用 Swan-Ganz 导管可能有助于客观评估左心压力和心输出量。撤机过程中，VA ECMO 流量每 5-10 分钟逐渐减少 500ml/min。在停止 ECMO 支持（夹闭管路）或 ECMO 流量低至 1L/min 后 3-5 分钟，对患者进行评估。

即使很小的 ECMO 流量也会导致右心室的前负荷降低，因此当夹闭 ECMO 回路或使用“零流量”时，也可能无法完全测试右心功能。泵控逆流试验（pump-controlled retrograde trial off，PCRTO）是一种可以考虑的撤机技术。减低泵速，动脉血流反向，使 1L/min 血流通过静脉置管返回右心房和右心室。此外，在关闭 sweep 的情况下，该技术可以准确评估肺功能。如果满足以下参数，则可以预期成功撤机：MAP > 60 mm Hg，LVOT VTI > 0.12 m/s，组织多普勒二尖瓣环侧壁峰值收缩速度 ≥ 6 cm/s，CVP ≤ 10mmHg，以及左室射血分数 ≥ 25%–30%，低剂量的 1–2 种正性肌力药或升压药。

**低剂量正性肌力药和加压药定义如下：**

- 多巴胺 <3 μg/kg/min，

- 多巴酚丁胺 <3 μg/kg/min，
- 米力农<0.3 μg/kg/min，
- 去甲肾上腺素 <0.06 μg/kg/min，
- 肾上腺素 <0.1 μg/kg/min，
- 去氧肾上腺素 <1 μg/kg/min，
- 加压素 <0.03 μg/kg/min。

在撤机试验成功后，应立即拔管以避免与 ECMO 支持相关的潜在并发症。

无法在 5-7 天内脱离 VA ECMO 支持的患者，只要右室收缩功能正常，可以考虑临时 LVAD 支持，以便为左室的恢复提供更多的时间（图 11）。在 VA ECMO 放置前已有左室收缩功能严重降低的患者，可以考虑早期植入 LVAD 或心脏移植。这些前沿疗法的选择应当基于当前的国际心肺移植学会指南，且只有特定的中心能开展。大多数中心认为神经功能难以恢复、多器官衰竭、高龄、社会支持不足或转移性癌症是长期 LVAD 支持和心脏移植的禁忌症。反之如果合适，建议尽早转诊到这些中心。当面对常规治疗无效，且又不适合接受高级治疗的患者时，采取姑息治疗或停止治疗是合理的。对于所有 VA ECMO 治疗的患者，都应当早期采用安宁治疗，用以辅助管理预期、治疗目标和家庭支持。

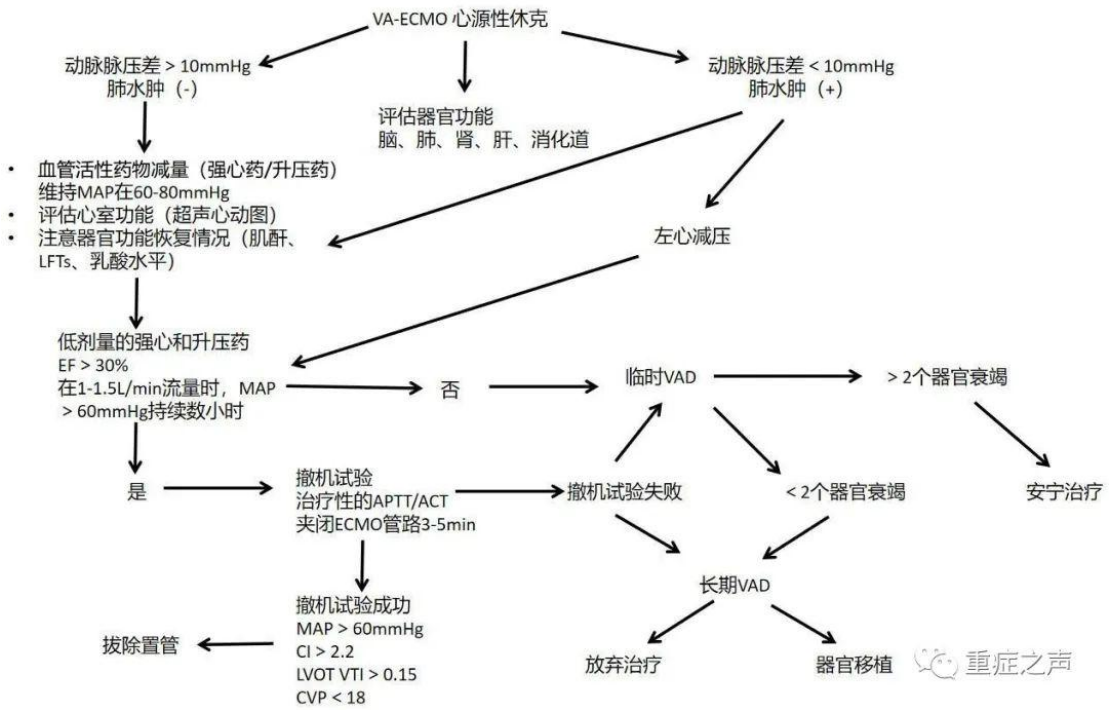


图 11. 对于心源性休克的患者，ECMO 团队做出启动 VA-ECMO 决策和相关管理的流程。ACT，活化凝血时间；CI，心脏指数；CVP，中心静脉压；GI，胃肠道；LFT，肝功能检查；LVAD，左心室辅助装置；LVOT VTI，左心室流出道速度时间积分；MAP，平均动脉血压；PTT，部分凝血活酶时间；VA ECLS，静脉动脉体外生命支持。

**建议**

- 当患者在 ECMO 流量减少时表现出稳定的血流动力学，具体来说，在低剂量血管活性药物和正性肌力药物的支持下，MAP > 60 mm Hg，LVOT VTI > 0.12 m/s，组织多普勒二尖瓣环侧壁收缩期峰值速度≥6 cm/sec，CVP ≤ 10 mm Hg 和 LV 射血分数 ≥ 25%–30%，可考虑撤机试验。
- 泵控逆流试验或动脉静脉回路分流器，可以在减少或忽略 ECMO 循环支持的情况下进行血流动力学评估。

## #伦理#

由于 ECMO 提供了一种治疗方法，能够暂时代替生物心肺维持生命，从而造成了伦理困境。ECMO 团队必须抵制先行动后思考的诱惑，而以一种不仅尊重生命

也尊重死亡的方式管理 ECMO 的使用（图 11）。解决围绕其使用的伦理困境，涉及（a）患者及家属，（b）医护团队，以及（c）社会。

**患者及家属**

知情同意通常没有实际意义，因为使用 ECMO 的情况往往是紧急的，因此很少有机会获得充分考虑后的同意。因此，家庭教育必须在 ECMO 启动后不久就开始。必须让患者的近亲意识到这一点，并应尽早开始讨论停止 ECMO 支持和提供适当的安宁治疗的情况，尤其是在 ECMO 治疗不太可能成功的时候。早期建立安宁或支持性治疗团队、心理咨询师，甚至伦理团队，可能有助于解决这些困难问题并提供个人支持，以帮助通常没有准备好应对此类具有挑战性的共同决策的家庭成员。

**ECMO 团队**

ECMO 团队内部的分歧可能是由于对高危患者使用 ECMO 的意见不同而导致的。由多学科委员会确定的纳入和排除标准清单可以避免部分分歧。应加强团队内部关于治疗目标、医患沟通和 ECMO 持续时间的公开讨论。

**社会**

在大多数社会中，ECLS 不是一种为非专业人群所知或讨论的疗法，除台湾明显例外。尽管 ECMO 支持患者的效果非常突出，但在许多临床情况下，支持其使用的证据相对较少。除此之外，还有其成本问题包括经济性、资源利用等方面，以及没有准备好如何应对无意义治疗的家属。但是，ECMO 已被证明，在某些临床情况，是经济且可以挽救生命的。

**建议**

- 在建立 ECMO 之前，决策时应考虑心肌恢复的机会，如果心肌恢复困难，则应考虑过渡到长期 MCS 或移植的可能性。
- 对家属的即时教育应包括与患者家属一起讨论预后、过渡到高级疗法的可能性，以及在没有恢复的情况下合理的支持时间是多长。
- 应在计划提供这种治疗的中心，建立一个精通这类患者治疗的 ECMO 团队。
- 应由经验丰富的中心，建立区域辐射网络，为无法提供 ECMO 的医院提供支持。
- 培训和再培训必须是 ECMO 项目的一部分。