

· 论 著 ·

超声在静脉 - 动脉体外膜肺氧合围治疗期患者评估及并发症监测中的应用价值

宋艳¹, 郭锋伟², 陈红¹, 董亚玲¹, 尚佳楠¹, 白晓芳¹, 师桃², 张颖², 刘森森², 闫炆², 阮骊韬¹

1. 西安交通大学第一附属医院超声影像科, 陕西 西安 710061;

2. 西安交通大学第一附属医院心血管外科, 陕西 西安 710061

摘要: **目的** 初步探讨经胸超声心动图、血管超声及腹部超声在静脉 - 动脉体外膜肺氧合 (V-A ECMO) 围治疗期患者治疗前基本情况的评估, 及插管中、ECMO 支持治疗期间、拔管后并发症监测中的应用价值。 **方法** 纳入 2018 年 4 月至 2019 年 8 月在西安交通大学第一附属医院就诊的因心脏功能衰竭需 V-A ECMO 支持治疗的患者 21 例, 依次分析超声心动图、血管超声及腹部超声在插管前患者基本情况评估中的作用, 及在插管过程中、ECMO 支持治疗期间及脱机后心脏及血管相关并发症监测中的作用。 **结果** 行 ECMO 支持治疗的 21 例患者中急性冠脉综合征 12 例, 爆发性心肌炎 5 例, 心脏手术后 3 例和心脏骤停 1 例, 5 例 (23.8%) 在 ECMO 支持治疗期间死亡, 16 例 (76.2%) 存活至拔管, 10 例 (47.6%) 存活至出院。ECMO 治疗前超声监测: 左室整体收缩功能正常患者 2 例 (9.5%), 异常 19 例 (90.5%), 其中轻度减低 3 例, 中度减低 9 例, 重度减低 7 例; 右室收缩功能正常患者 14 例 (66.7%), 异常 7 例 (33.3%)。6 例 (28.6%) 患者在插管前需根据股动脉粥样硬化结果筛选出狭窄程度较轻侧进行插管。插管时超声监测: 15 例 (71.4%) 初次插管成功, 6 例 (28.6%) 需超声引导下调整套管末端位置; 2 例 (9.5%) 超声提示需调整侧枝循环或重新建立侧枝循环。ECMO 支持治疗过程中及脱机后超声监测: 1 例 (4.8%) 需在超声引导下调整套管末端位置; 主要并发症是血栓栓塞, 包括支持治疗过程中 2 例 (9.5%) 静脉置管周围血栓形成和脱机后 2 例 (9.5%) 股动脉缝合口处血栓形成。V-A ECMO 围治疗期无不良事件发生。 **结论** 在超声的术前评估及引导下, 单腔 V-A ECMO 插管成功率较高, 并且能及时发现并发症, 有助于减少 V-A ECMO 围治疗期的严重并发症发生。

关键词: 体外生命支持; 静脉 - 动脉体外膜肺氧合; 超声; 急性心脏功能衰竭; 心脏功能评估; 大血管; 外周血管; 套管入路和位置; 并发症

中图分类号: R 459.9 R 445.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674 - 8182(2020)10 - 1325 - 06

Value of ultrasonography in evaluation of the patients during peri-treatment period of V-A ECMO and monitoring of its complication

SONG Yan*, GUO Feng-wei, CHEN Hong, DONG Ya-ling, SHANG Jia-nan, BAI Xiao-fang,

SHI Tao, ZHANG Ying, LIU Miao-miao, YAN Yang, RUAN Li-tao

* Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China

Corresponding author: RUAN Li-tao, E-mail: ruanlitao@163.com; YAN Yang, E-mail: yyang376@126.com

Abstract: Objective To explore the application value of transthoracic echocardiography, vascular ultrasound and abdominal ultrasound in evaluating the basic situation of patients before undergoing venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation (V-A ECMO) and in monitoring complications during V-A ECMO. **Methods** A total of twenty-one patients with heart failure undergoing V-A ECMO support treatment from April 2018 to August 2019 were included. Assessed by echocardiography, vascular ultrasound and abdominal ultrasound, the patients' basic condition before intubation and the changes in cardiac and vascular during intubation, V-A ECMO and after ECMO support and related complications were analyzed. **Results** There were 12 cases of acute coronary syndrome, 5 cases of fulminant myocarditis, 3 cases after cardiac surgery, 1 case of cardiac arrest, 5 cases (23.8%) died during ECMO support treatment, 16 cases (76.2%) survived to extubation and 10 cases (47.6%) survived to discharge. Before ECMO, there were 2 cases (9.5%) with normal left-ventricular systolic function, 19 cases (90.5%) with abnormal left-ventricular systolic function, including 3 cases of mild

reduction, 9 cases of moderate reduction and 7 cases of severe reduction. There were 14 cases (66.7%) with normal right-ventricular systolic function and 7 cases (33.3%) with abnormal right ventricular systolic function. Six patients (28.6%) needed to select the lighter side of stenosis for intubation according to the results of femoral atherosclerosis before intubation. During intubation, ultrasound monitoring showed that there were 15 cases (71.4%) of successful initial intubation, 6 cases (28.6%) needed to adjust the end position of the cannula under the guidance of ultrasound and 2 cases (9.5%) needed to adjust or reestablish the collateral circulation. Ultrasound monitoring during and after ECMO support treatment showed 1 case (4.8%) needed to adjust the end position of the cannula under the guidance of ultrasound. Thromboembolism was the main complication, including 2 cases (9.5%) of thrombosis around the venous catheter during supportive treatment and 2 cases (9.5%) at the femoral artery suture after offline. No adverse events occurred during the V-A ECMO period. **Conclusion** With the preoperative evaluation and guidance of ultrasound, the success rate of single-lumen V-A ECMO intubation is very high, and the complications can be found immediately, which can help to reduce the occurrence of severe complications during peri-treatment period of the V-A ECMO.

Key words: Extracorporeal life support; Veno-Arterial extracorporeal membrane oxygenation; Ultrasound; Acute heart failure; Cardiac function assessment; Large vessels; Peripheral vessels; Cannula approach and location; Complications

近年来,体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)在严重的呼吸功能衰竭和心脏功能衰竭支持治疗中的使用频率正在迅速增加。尽管这种生命支持方式非常有效,但 ECMO 操作非常复杂,围 ECMO 支持治疗期仍然存在很多并发症,如出血、血栓栓塞等。既往多通过胸部 X 线检查判断套管末端的位置,但有研究指出其准确性不如实时超声监测^[1],同时 X 线也无法监察其他并发症的存在^[2]。超声在围 ECMO 治疗期的应用价值越来越受到重视,超声心动图不仅能第一时间明确插管的确切位置,还可以迅速判断有无插管并发症,如主动脉夹层或心包积液^[3],甚至有专家建议,超声医师应成为 ECMO 团队的一部分,参与 ECMO 前、插管中、支持治疗期间等的监测工作^[4]。

现对西安交通大学第一附属医院 16 个月来运用静脉-动脉体外膜氧合(Veno-Arterial extracorporeal membrane oxygenation, V-A ECMO)作为支持治疗手段救治急性心脏功能衰竭的 21 例患者进行总结,初步探讨经胸超声心动图(transsthoracic echocardiography, TTE)、血管超声及腹部超声在 V-A ECMO 支持前基本情况的评估,及插管中、ECMO 支持治疗期间、拔管后并发症监测中的应用价值,以期提高 V-A ECMO 救治成功率,降低并发症的发生率。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2018 年 4 月至 2019 年 8 月在西安交通大学第一附属医院就诊的因心脏功能衰竭需 V-A ECMO 支持治疗的患者 21 例,男性 17 例,女性 4 例;中位年龄 60(3~86)岁。需 V-A ECMO 支持治疗的主要病因为心源性休克,其中急性冠脉综合征 12 例,爆发性心肌炎 5 例,心脏手术后 3 例,心脏骤停

1 例。

1.2 ECMO 支持治疗插管方法 所有患者无 ECMO 支持治疗的禁忌证,包括未修复的主动脉夹层、各瓣膜重度关闭不全、先天性心脏病、心包填塞。所有患者家属均对 ECMO 支持治疗知情并签署知情同意书。ECMO 具体插管方法同既往的研究报道^[5]。根据患者身高、体重选择合适型号套管,静脉-动脉插管均采用单腔套管。股动脉插管首选右侧股动脉,若右侧股动脉用于其他治疗或者超声提示存在其他阻碍插管的因素,则采用左侧股动脉插管。

1.3 超声仪器与方法

1.3.1 仪器 采用 Philips CX50(荷兰飞利浦医疗器材集团)彩色多普勒超声诊断仪,配置高端心脏探头,频率 1~5 MHz,高频探头,频率 7~10 MHz,腹部探头,频率 3.5~5 MHz。

1.3.2 超声探查方法 根据美国超声心动图协会(ASE)指南^[6],使用双平面 Simpson's 法测量左心室整体收缩功能,左室整体收缩功能分级如下:男性,正常 52%~72%,轻度异常 41%~51%,中度异常 30%~40%,重度异常 <30%;女性,正常 54%~74%,轻度异常 41%~53%,中度异常 30%~40%,重度异常 <30%。采用三维 RVQ 法测量右心室射血分数,右心室射血分数 $\geq 45\%$ 为正常, <45% 为异常。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 23.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布计量资料以中位数(第 25 百分位数,第 75 百分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示;计数资料以例(%)分别进行描述性统计。

2 结果

2.1 研究人群特征 本研究纳入 2018 年 4 月至

2019 年 8 月西安交通大学第一附属医院进行 ECMO 支持治疗的患者 21 例。患者基本临床特征见表 1。患者年龄 3 ~ 86 岁, 中位年龄 60 (45, 70) 岁; 其中 17 例 (81.0%) 为男性患者。心脏功能衰竭的病因主要为急性冠脉综合征, 其次为爆发性心肌炎, 动脉插管的型号范围为 12Fr ~ 17Fr; 静脉插管型号范围为 17Fr ~ 21Fr。ECMO 中位持续时间为 6 (4, 8) d, 最长时间为 8 d。5 例 (23.8%) 患者在 ECMO 支持治疗期间死亡, 16 例 (76.2%) 存活至拔管; 10 例 (47.6%) 存活至出院。

2.2 超声在 ECMO 置管前的评估结果

2.2.1 心脏功能评估 在 ECMO 置管前, 所有患者均使用 TTE 评估患者左心功能和右心功能。左室整体收缩功能正常患者 2 例 (9.5%), 异常 19 例 (90.5%), 19 例异常中左室整体收缩功能轻度减低 3 例, 中度减低 9 例, 重度减低 7 例。右室收缩功能正常患者 14 例 (66.7%), 异常 7 例 (33.3%)。见表 2。

2.2.2 大血管及外周血管评估 在 ECMO 支持治

疗前, 所有患者均进行双侧股动脉、静脉, 双侧髂动脉、静脉, 腹主动脉及下腔静脉评估。股动脉粥样硬化斑块形成共 8 例, 其中 6 例 (28.6%) 患者双侧股动脉及髂外动脉粥样硬化斑块形成, 狭窄程度均 < 50%; 2 例 (9.5%) 患者右侧股动脉及髂外动脉粥样硬化斑块形成, 狭窄程度均 < 50%。8 例 (38.1%) 患

表 1 21 例患者的基本特征

临床特征	数据
年龄 [岁, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	60 (45, 7)
男性 [例 (%)]	16 (76.2)
动脉插管位置 [例 (%)]	
右侧股动脉	17 (81.0)
左侧股动脉	4 (19.0)
动脉套管大小 [例 (%)]	
12Fr	1 (4.8)
15Fr	1 (4.8)
17Fr	19 (90.4)
静脉插管位置 [例 (%)]	
右侧股静脉	17 (81.0)
左侧股静脉	4 (19.0)
静脉套管大小 [例 (%)]	
17Fr	1 (4.8)
19Fr	1 (4.8)
21Fr	19 (90.4)
ECMO 支持治疗天数 [d, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	6 (4, 8)
ECMO 支持治疗期间每位患者超声检查次数 [次, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	6 (4, 8)
临床表现心源性休克 [例 (%)]	
急性心肌梗死	12 (57.1)
爆发性心肌炎	5 (23.8)
心脏手术后	3 (14.3)
心脏骤停	1 (4.8)
顺利脱机存活 [例 (%)]	10 (47.6)
ECMO 支持治疗期间死亡 [例 (%)]	
多器官功能衰竭	4 (19.0)
神经系统损伤	1 (4.8)
转为姑息治疗	6 (28.6)
ECMO 支持治疗期间其他治疗 [例 (%)]	
CRRT	3 (14.3)
IABP	7 (33.3)

注: CRRT: 连续性肾脏替代治疗; IABP: 主动脉内球囊反搏。

表 2 超声在 V-A ECMO 支持围治疗期评估及并发症监测结果 [n = 21, 例 (%)]

项目	数据
ECMO 支持治疗前	
右室功能	
正常	14 (66.7)
异常	7 (33.3)
左室功能	
正常	2 (9.5)
轻度减低	3 (14.3)
中度异常	9 (42.9)
重度异常	7 (33.3)
股静脉	
正常	21 (100.0)
血栓	0
股动脉	
正常	13 (61.9)
^a AS 斑块形成	8 (38.1)
^b 单侧	2 (9.5)
^b 双侧	6 (28.6)
腹主动脉	
正常	13 (61.9)
AS 斑块形成	8 (38.1)
下腔静脉	
正常	21 (100.0)
血栓	0
插管监测	
并发症	
心包填塞	0
右房撕裂	0
三尖瓣穿孔	0
右室撕裂	0
置管末端位置不正确	6 (28.6)
动脉入路不正确调整	1 (4.8)
静脉入路不正确调整	0
侧枝循环异常	2 (9.5)
ECMO 支持治疗期间并发症监测	
心脏并发症	
心室血栓	0
主动脉瓣关闭	0
腹腔出血	0
置管周围血栓	
股静脉血栓	1 (4.8)
下腔静脉血栓	1 (4.8)
下肢动脉异常	
血栓	2 (9.5)
流速减低	5 (23.8)
ECMO 撤机后并发症监测	
动脉吻合口狭窄	0
动脉吻合口血栓	2 (9.5)

注: ^aAS 表示动脉粥样硬化; ^b表示为 AS 斑块形成 8 例中的侧别。

者腹主动脉粥样硬化斑块形成,狭窄程度均 $< 50\%$,腹主动脉无动脉瘤形成。见表 2。最后选取股动脉、髂外动脉狭窄程度较轻的一侧进行置管。所有患者双侧股静脉、髂外静脉及下腔静脉均正常,无血栓形成。最后选取右侧股动脉-静脉插管患者 17 例(81.0%),左侧股动脉-静脉插管患者 4 例(19.0%)。

2.3 超声在 ECMO 置管过程中的监测结果

2.3.1 插管相关心脏并发症 在插管过程中,所有患者均进行超声心动图监测插管相关心脏并发症,本队列中,没有患者出现插管相关心脏并发症。

2.3.2 套管入路及位置监测 表 2 显示,本研究中,1 例(4.8%)患者拟行股动脉插管,首次插管后可疑套管未插入在股动脉内,超声探查发现套管已插入至股静脉内,拔管后在超声引导下重新穿刺股动脉置管。余患者股动脉穿刺置管均首次成功。图 1 可见,超声监测下腔静脉内套管末端位置:6 例(28.6%)患者首次放置套管位置不正确,包括套管位置过深,其中位于右房内 4 例,位置过浅;位于右房口远端 2 cm 处 2 例;该 6 例均在超声监测下调整套管位置至合适位置。

2.3.3 侧枝循环监测 行 V-A ECMO 支持治疗的患者,需建立股动脉侧枝循环保证远端血供,因此需血管超声监测下肢动脉血供情况。本研究中,有 2 例(9.5%)患者侧枝循环建立后超声提示同侧足背动脉流速较对侧明显减低,流速约 $3 \sim 5 \text{ cm/s}$ (对侧约 25 cm/s),调整侧枝循环管路发现 1 例管路打折,调

整后足背动脉流速与对侧相同;1 例患者侧枝循环管路内血栓形成,重新建立侧枝循环后两侧足背动脉流速相同。见表 2。

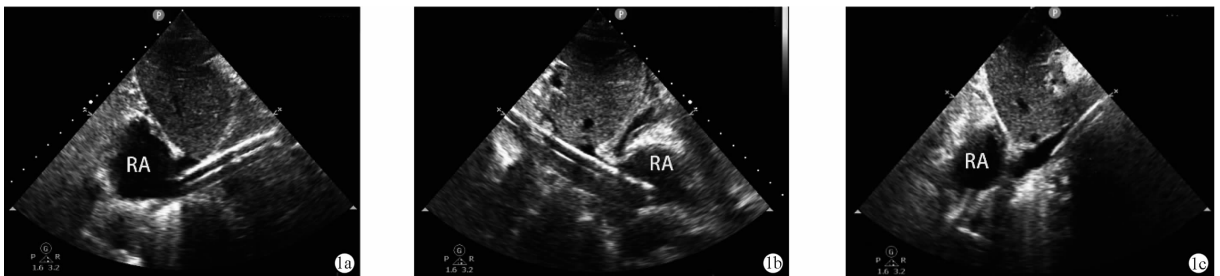
2.4 超声在 ECMO 支持治疗过程中的监测结果

2.4.1 心脏相关并发症监测 在 V-A ECMO 支持治疗过程中,患者复查超声心动图中位次数为 6(4,8)次。在 ECMO 支持治疗期间没有出现严重心脏并发症,包括心包填塞、主动脉瓣关闭、心室腔内血栓形成。超声心动图监测到 5 例患者出现心包积液,但均不需要引流。

2.4.2 大血管及外周血管监测 在 V-A ECMO 支持治疗过程中,需超声监测套管末端位置有无移动,尤其是患者出现低氧血压等临床表现,则需严密监测套管末端位置。在本队列中,超声发现 1 例(4.8%)患者在 ECMO 支持治疗过程中套管向右房内移动,最终在超声监测下将套管向外拔出 2 cm 后,患者低氧血症得到改善。如果患者出现引流不畅的表现,或者置管侧足背动脉搏动减弱或消失,需立即使用血管超声评估置管周围有无血栓形成,在本队列中,超声发现 2 例(9.5%)患者置管周围血栓,其中 1 例为股静脉置管周围血栓形成,1 例为下腔静脉置管周围血栓形成。

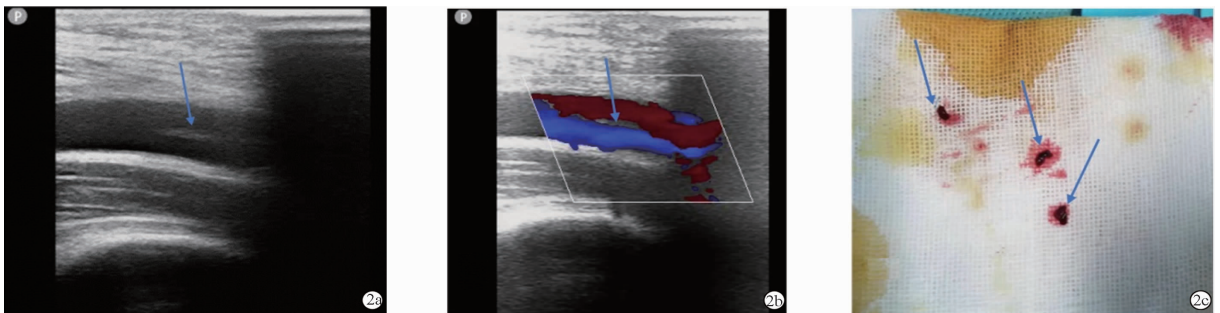
2.4.3 腹部超声 在 ECMO 支持治疗期间如患者突发腹痛,需腹部超声评估有无其他并发症发生,如腹腔出血。本研究中,V-A ECMO 支持期间没有出现相关腹部并发症。

2.5 超声在 ECMO 脱机后并发症监测中的结果



注:1a:套管末端调整至位于下腔静脉与右房交界处;1b:套管末端位于右房内;1c:套管末端位于下腔静脉内。

图 1 V-A ECMO 置管过程中超声探查下腔静脉内套管位置



注:2a:灰阶图像显示股动脉内条带状血栓形成;2b:CDFI 显示血栓处可见充盈缺损;2c:吻合口下方血栓取出体外大体标本。

图 2 V-A ECMO 撤机后超声探查股动脉吻合口下方血栓形成及血栓取出体外外观

2.5.1 心脏并发症监测 在 ECMO 拔管后,未发现明显心脏相关并发症,包括心包填塞。

2.5.2 大血管及外周血管监测 本研究中,有 2 例(9.5%)患者在套管拔除后血管超声提示股动脉切口下方血栓形成,其中 1 例患者于动脉缝合后即时行血管超声检查,超声提示吻合口下方可见条索样低回声,随血流漂浮,未将股动脉管腔完全充满(图 2a),CDFI 可见低回声处充盈缺损(图 2b),同时提示同侧足背动脉流速较对侧减低。遂立即拆除缝线,于股动脉吻合口处取出血栓(图 2c),再次吻合后血管超声探查未发现明显血栓,吻合口处流速约 120 cm/s。另 1 例患者股动脉切口缝合后触诊同侧足背动脉搏动较对侧弱,即时行血管超声,提示缝合口下方未见明确血栓形成,同侧足背动脉流速仍较对侧减低(同侧 10 cm/s,对侧 25 cm/s),该患者 5 h 后触诊同侧足背动脉未触及明显搏动,即刻行血管超声,提示同侧股动脉缝合口下方血栓形成,将股动脉完全充满,CDFI 显示股动脉管腔内未见明显血流信号。

在 V-A ECMO 支持治疗动脉拔管后,血管超声发现 2 例患者缝合口处血流速度加快,约 200 cm/s,但吻合口下方未探及明确血栓形成,CDFI 显示缝合口下方局部可见杂色血流信号,未见明显充盈缺损,足背动脉血流充盈良好,流速约 30 cm/s。次日复查血管超声提示缝合下方流速降低,约 150 cm/s,足背动脉血流充盈良好。

3 讨论

当前使用的 ECMO 的两种主要配置是用于呼吸支持的静脉-静脉(V-V)ECMO^[7]和用于心肺支持的 V-A ECMO^[3]。对于心肺功能不全的患者,V-A ECMO 是首选支持治疗方式,可提供全面的心肺支持。

在 ECMO 支持治疗前需要根据患者的血液动力学状况对患者进行全面的 TTE 检查,但在某些紧急情况下(如急性严重的心衰)难以进行完整的 TTE 检查,此时只能评估心脏各腔室、瓣膜的功能以及左右心室功能,以及有无心脏压塞等情况^[8]。在本研究中,插管前超声心动图评估心脏无 ECMO 支持治疗心脏相关禁忌证存在。

在插管之前,还需仔细评估血管解剖结构,评估大血管内是否存在可能影响插管的因素,如血栓、血管狭窄、动脉瘤或严重的动脉粥样硬化。必要时需要测量血管内径以帮助术者选择套管大小^[9]。在本研究中,血管超声探查后提示所有大血管均无明显血栓形成或动脉瘤。但血管超声发现 8 例患者存在动脉

粥样硬化导致的股动脉、髂动脉及腹主动脉出现轻度狭窄,综合评估后术者选择狭窄较轻的一侧股动脉插管。

在插管过程中,需超声心动图监测插管相关心脏并发症。导丝进入右房后,需使用超声心动图监测导丝的位置,避免导丝通过三尖瓣进入右室,或者穿过房间隔或进入冠状静脉窦内^[10]。除此之外,还需监测有无突然出现的心包积液或者心包积液量有无增加^[11]。本研究在插管过程中没有出现插管相关严重并发症。

为了获得最佳的引流效果,静脉内的套管尖端应恰好位于下腔静脉-右房交界处。如果套管末端位置在下腔静脉内,则可能会增加套管尖端损伤下腔静脉管壁的风险。如果套管位置深入右房内,可能会存在损伤房间隔或者三尖瓣的可能^[12]。本研究在 ECMO 插管过程中,超声监测发现 6 例(28.6%)患者初次插管套管末端位置不正确,过深或者过浅,并且存在引流量过低等表现,在超声监测下调整套管位置后患者引流量明显好转。

在 V-A ECMO 支持治疗中,回流管路通常从股动脉插入,尖端位于腹主动脉内。超声除了可以探查位于主动脉内的导丝,避免导丝进入到其他分支动脉内,还可以进行股动脉穿刺定位。本研究中,除了 1 例患者穿刺股动脉首次未成功外,其余患者股动脉穿刺均首次成功,且成功将套管置入到腹主动脉内。股动脉通常较静脉细,套管选择的型号也相对小,因此可能会影响下肢远端的血供^[13],因此需要术者在股动脉插管前建立侧枝循环通路。本研究中,超声提示 2 例患者均是同侧足背动脉流速明显低于对侧或测不到流速,进一步检查发现侧枝循环管路打折或者血栓形成。

在 V-A ECMO 支持治疗期间,患者应每日进行 TTE 检查,除了需评估左、右心室功能外,还需评估左室腔大小,避免左室腔过度扩张。此外,观察主动脉瓣开放也是至关重要的。在 V-A ECMO 支持治疗期间逆行的主动脉血流与左室排出的每搏量竞争,可能会导致主动脉瓣关闭,从而导致左心室扩张和血栓形成。而 TTE 是确诊左室腔内血栓和主动脉瓣血栓首选的检查方法^[14]。此外,后负荷增加可能使先前存在的主动脉瓣反流加重,左心室更加扩张,可能导致心内膜下局部缺血,增加心肌耗氧,加重肺水肿^[15],因此在 V-A ECMO 辅助期间需要每日复查 TTE 以监测有无相关并发症出现。本研究中,在 V-A ECMO 支持治疗期间没有严重相关并发症发生,包括主动脉瓣关闭、左心室腔血栓形成及严重心包积液出现。

在 ECMO 支持治疗期间若出现引流不畅等情况,需超声评估套管位置,以及评估有无置管相关血栓形成。本研究有 2 例患者于 ECMO 支持治疗期间下腔静脉内套管末端向右房内移动,这 2 例患者均在超声监测下将套管向外拔出少许至下腔静脉-右房交界处。另 1 例患者下腔静脉内套管位置过浅,位于下腔静脉内距右房入口约 2 cm 处。ECMO 支持治疗期间还发现股静脉置管周围血栓形成 1 例,下腔静脉置管周围血栓形成 1 例,并且通过超声观察套管口处的血流信号发现套管内血栓形成^[16],临床医生对这 2 例患者综合评估病情后决定拔出套管,撤除 V-A ECMO 支持治疗。

ECMO 脱机后,主要的监测内容是静脉或动脉血栓栓塞,以及动脉缝合口狭窄。本研究有 2 例患者在动脉缝合后超声及时发现缝合口处血栓形成,及时处理后,再无其他并发症出现。

综上所述,超声及 TTE 在 V-A ECMO 支持治疗的每个步骤中都起着非常重要的作用。尽管超声的监测及引导不能直接改善接受 V-A ECMO 支持治疗患者的预后,但有助于发现和减少 V-A ECMO 围治疗期的严重并发症。

参考文献

- [1] Macchini F, di Cesare A, Morandi A, et al. Surgical expertise in neonatal extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): a single center experience[J]. *Front Pediatr*, 2019, 7:398.
- [2] Zhang ZH. Echocardiography for patients undergoing extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: a primer for intensive care physicians[J]. *J Intensive Care*, 2017, 5(1):1-9.
- [3] Douflé G, Roscoe A, Billia F, et al. Echocardiography for adult patients supported with extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1):1-10.
- [4] Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014, 190(5):488-496.
- [5] Napp LC, Kühn C, Hoepfer MM, et al. Cannulation strategies for percutaneous extracorporeal membrane oxygenation in adults[J]. *Clin Res Cardiol*, 2016, 105(4):283-296.
- [6] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American society of echocardiography and the European association of cardiovascular imaging[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, 16(3):233-271.
- [7] Miranda DR, van Thiel R, Brodie D, et al. Right ventricular unloading after initiation of venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 191(3):346-348.
- [8] Price S, Uddin S, Quinn T. Echocardiography in cardiac arrest[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2010, 16(3):211-215.
- [9] 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.
- [10] Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(9):921-964.
- [11] Hirose H, Yamane K, Marhefka G, et al. Right ventricular rupture and tamponade caused by malposition of the Avalon Cannula for venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2012, 7(1):1-4.
- [12] Abrams D, Bacchetta M, Brodie D. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *ASAIO J*, 2015, 61(2):115-121.
- [13] Mohite PN, Fatullayev J, Maunz O, et al. Distal limb perfusion: Achilles' heel in peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Artif Organs*, 2014, 38(11):940-944.
- [14] Theron A, Ravis E, Jaussaud N, et al. Left main coronary artery thrombosis: an unexpected complication of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Thoracic Cardiovasc Surg*, 2014, 148(5):e215-e217.
- [15] Hacking DF, Best D, d'Udekem Y, et al. Elective decompression of the left ventricle in pediatric patients may reduce the duration of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Artif Organs*, 2015, 39(4):319-326.
- [16] Carles Bautista-Rodriguez, Joan Sanchez-de-Toledo, Eduardo M Da Cruz, et al. The role of echocardiography in neonates and pediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Front Pediatr*, 2018, 6:297.

收稿日期:2020-02-14 修回日期:2020-02-21 编辑:石嘉莹