

• 血管介入 Vascular intervention •

体外膜肺氧合术后引入 DSA 血管造影的价值

丁 语, 皮梦奇, 赵 磊, 徐伟洋, 徐 森, 范新东

【摘要】 目的 初步探讨数字减影血管造影应用于体外膜肺氧合(extra corporeal membrane oxygenation, ECMO)术后在明确肢体缺血原因方面的精准性和有效性价值。**方法** 回顾性分析郑州大学附属儿童医院 2023 年 7 月至 10 月共 3 例 4 次儿童围 ECMO 期出现的急性肢体缺血情况,经紧急血管造影后迅速明确病因,选择合适的方案处理,开通右下肢血管。**结果** 3 例患儿在进入手术室经 DSA 检查后均快速查明病因,经处理后下肢血供恢复。除 1 例患儿因肢体反复缺血再灌注损伤,远端肢体出现不可逆性坏死需要截肢,余均恢复良好。**结论** 在儿童 ECMO 后预防性或肢体有缺血表现时尽早引入 DSA 检查可迅速明确病因,以恢复肢体血供,增加保肢率。

【关键词】 体外膜肺;急性动脉缺血;血管造影;并发症

中图分类号:R654.3 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-001-0033-04

The clinical value of introducing DSA angiography after extra corporeal membrane oxygenation DING Yu, PI Mengqi, ZHAO Lei, XU Weiyang, XU Miao, FAN Xindong. Department of Interventional Hemangioma & Vascular Surgery, Affiliated Children's Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450018, China

Corresponding author: FAN Xindong, E-mail: fanxindong@aliyun.com

【Abstract】 Objective To discuss the accuracy and effectiveness of digital subtraction angiography (DSA) in determining the cause of limb ischemia after extra corporeal membrane oxygenation (ECMO). **Methods** The clinical data of 3 child patients, who developed 4 times of acute limb ischemia during perioperative period of ECMO at the Affiliated Children's Hospital of Zhengzhou University of China from July to October of 2023, were retrospectively analyzed. In all the child patients, emergency angiography was carried out to quickly identify the cause, then, appropriate treatment plan was adopted to open the blood vessels of the right lower limb. **Results** After the child patients entered the operating room and received DSA examination, the causes of the limb ischemia were quickly identified. After treatment, the blood supply to the lower limbs was restored. Except for one child who experienced irreversible necrosis of the distal limb due to repeated ischemia-reperfusion injury and required amputation, the other two child patients recovered well. **Conclusion** It is of great significance to perform DSA examination as soon as possible when the child patients develop limb ischemic manifestations after ECMO so as to quickly identify the cause, promptly restore blood supply to ischemic limbs and increase limb preservation rate, besides, DSA examination can also be used as a preventive measure for child patients after ECMO.

【Key words】 extra corporeal membrane oxygenation; acute arterial ischemia; angiography; complication

静脉-动脉体外膜肺氧合(veno-arterial extra corporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)是一种临床上比较常用的体外生命支持技术,原理是将

患者体内的静脉血经由体外膜肺氧合器氧合后再被驱动泵泵回体内,提供充分的呼吸和循环支持。对循环衰竭、合并或无呼吸衰竭的患者来说,VA-

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.01.006

作者单位:450018 河南郑州 郑州大学附属儿童医院介入血管瘤 & 血管外科(丁 语、皮梦奇、赵 磊、徐伟洋、徐 森);上海交通大学医学院附属第九人民医院介入科(范新东)

通信作者:范新东 E-mail:fanxindong@aliyun.com

ECMO 已成为能为其提供临时心肺支持的首选设备之一^[1-3]。虽然 ECMO 的操作技术日趋成熟,但全身炎症反应、抗凝、创伤等原因均可导致 ECMO 治疗期间并发血流动力学、内环境和凝血系统功能紊乱,致使血栓及出血的并发症较高^[4]。

在使用 VA-ECMO 救治期间,动脉置管侧的远端发生肢体缺血是导致患者预后不佳的一个独立危险因素^[5],而在远端放置动脉灌注管则被认为是一种可以预防下肢缺血情况发生的有效方法^[6]。如何在儿童围 ECMO 期及时发现远端动脉是否得到灌注,避免急性下肢动脉缺血导致截肢或严重缺血再灌注损伤,是一个需要引起重视的问题。本文旨在探索本院行 VA-ECMO 后发生急性下肢动脉缺血并给予紧急处理的病例,探讨如何积极预防发生急性下肢动脉缺血的方法。

1 材料与方法

1.1 一般资料

回顾郑州大学附属儿童医院 3 例 4 次围 ECMO 期院内发生急性下肢动脉缺血的患儿,年龄 7~9 岁,男性 2 例,女性 1 例。所有患儿均因同侧肢体急性缺血紧急会诊,给予介入手术干预,其中 1 例手术为 ECMO 撤机后发生肢体急性缺血。本文所有患儿均行 VA-ECMO,常规下肢动脉放置灌注管。

1.2 研究方法

3 例患儿均因右下肢皮温低、苍白伴末梢氧饱和度下降,紧急行床旁血管彩超检查,发现右下肢远端动脉无血流信号。患儿均在镇静状态下被妥善转运至导管室,常规消毒铺巾后,3 例手术为直接经远端灌注管造影,1 例为 ECMO 撤机后在对侧左股动脉使用 Seldinger 技术进行穿刺,取出 5 F 动脉鞘导管后引入 5 F 造影导管,均行右下肢动脉顺行造影。数字减影血管造影(DSA)实时显像发现问题所在,根据不同情况分别给予不同治疗方案,恢复右下肢血供。

2 结果

1 例患儿因鞘管打折,血液无法灌流,予更换远端灌注鞘管;1 例患儿因灌注鞘管穿透动脉壁进入股静脉,导致远端动脉无血流,予拔除原鞘管,修补动静脉破口,重新植入 5 F 动脉鞘;1 例患儿因灌注鞘管远端血栓形成,导致远端动脉无血供,经导管吸栓后远端血供恢复;1 例患儿在 ECMO 撤机后,动脉吻合口狭窄,导致右下肢再次急性缺血,予自体大隐静脉移植修复术后右下肢血供恢复,但由于反复缺血再灌注损伤,导致右下肢小腿骨筋膜室综合征,产生不可逆性坏死,远期需要截肢,见表 1、图 1。

3 讨论

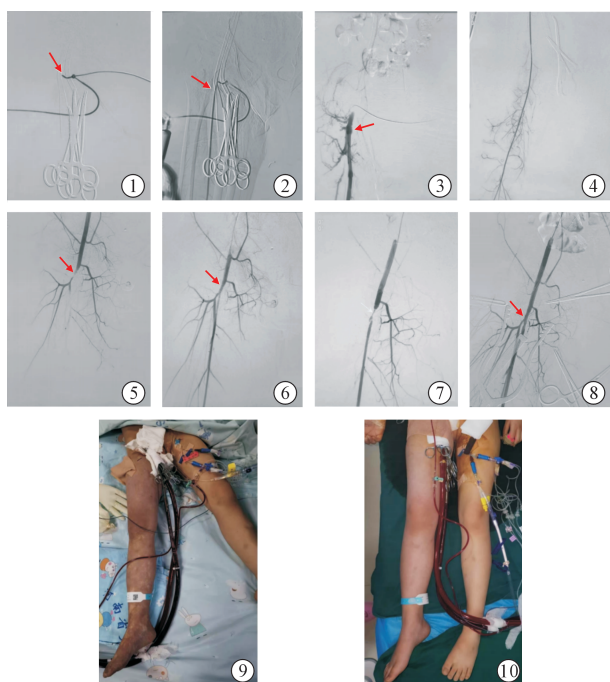
ECMO 作为一种体外生命支持技术,在临床工作中应用广泛,其是将患者体内的静脉血液通过体外膜肺氧合器进行氧合后,再回流到体内的动脉或静脉,以此来替代心脏和肺部的功能,为急性呼吸衰竭和心力衰竭的患者最大限度地争取恢复心肺功能的时间^[7]。ECMO 技术操作原理是利用血泵驱动力将体内的静脉血泵至体外,被膜式氧合器氧合后排出二氧化碳,在血泵的驱动下流回体内从而替代肺工作,增加脏器灌注,提高血液氧合,保证血流动力学和全身供氧量维持在相对稳定的状态^[8]。VA-ECMO 由于其强大的循环支持功能,已经在各类复杂和高风险的心血管介入手术的围术期以及心源性休克患者的紧急救治中得到了广泛的运用^[9]。

ECMO 本身是一种有创的体外心肺支持技术,而儿科患者属于特殊的人群类型,使得儿科 ECMO 相关风险及产生严重并发症的概率都很高。ECMO 技术虽然已经在成人急危重症患者的临床救治工作中广泛应用,但在国内儿科中的应用尚处于尝试阶段。当患者出现呼吸衰和(或)心衰而常规治疗无效时,ECMO 可暂时代替心肺功能以维持气体之间的交换和循环,为原发病的治疗争取时间,使危重患者的存活率得以提高。心肌病、心肌炎、先天性心脏病等所引起的心衰是儿科 ECMO 循环支持比较常见

表 1 3 例患儿临床资料

手术例次	年龄(岁)	性别	缺血时间(h)	手术方式	末梢氧饱和度(%)		转归
					术前	术后	
1	8	女	5	DSA 引导下更换鞘管	37	95	好转
2	9	男	7	复合手术修补动静脉破口+置入远端鞘管	31	92	心脏功能恢复差,家长放弃治疗
3	9	男	5	DSA 引导下导管吸栓	41	95	好转
4	9	男	6	复合手术自体大隐静脉移植修复吻合口狭窄	29	80	骨筋膜室综合征,合并重度感染,家长放弃治疗

3 和 4 为同一例患儿 2 次手术



①DSA 提示导管前端打折,血流无法通过;②DSA 引导下更换鞘管后,灌注端血流通畅;③DSA 提示股静脉显影,导管头端在静脉内;④修复动静脉后,重新在股动脉近端置管造影,提示血流通畅;⑤DSA 提示股总动脉中断,考虑血栓形成;⑥DSA 引导下导管吸栓成功后,股浅动脉远端显示,右下肢恢复血供;⑦DSA 显示吻合口重度狭窄,股深动脉不显影,股浅动脉血流缓慢;⑧取同侧大隐静脉近心端,修补股总动脉吻合口,股深动脉血供恢复,股浅动脉血流通畅,吻合口狭窄情况;⑨肢体缺血术前外观;⑩肢体缺血改善术后外观

图 1 典型病例治疗前后图像

的适应证;病因可逆但常规呼吸支持治疗又无效的严重呼吸衰是儿科 ECMO 呼吸支持常见的适应证^[10]。有效且安全的 ECMO 置管是其运行的基础,也是治疗成功的第一步。临床上需根据血管管腔大小、患儿体质量和 ECMO 支持模式等选择合适的置管方法。危急重症患儿的内环境和生命体征不稳定、低体质量儿童及婴幼儿的血管相对较细、目前国内又缺乏儿童专用的 ECMO 置管耗材,致使 ECMO 置管的风险和难度增加。国内很多中心的 ECMO 切开置管操作由胸外科医生完成。有研究发现,ECMO 治疗期间最主要的死亡原因和最常见的并发症是出血和血栓^[11]。但一项前瞻性的研究表明,ECMO 期间出血的发生并不会增加患者的病死率^[12]。

虽然本研究为患儿实施 ECMO 时都使用了远端股浅动脉灌注管,但同侧下肢缺血的发生率仍很高。因此,术后早期应密切关注动脉供血不足的症状,例如下肢皮肤温度降低、远端皮肤苍白、出现花

斑或发绀、足背或胫后动脉搏动减弱甚至消失等。如果出现以上症状,应该立即进行床边彩超检查,根据血管直径、管道内血液流动速度和回声特性来判断可能的缺血原因和缺血的严重程度^[13]。有研究表明,远端肢体动脉缺血的发生与糖尿病等多种因素有关,发病率为 10%~20%^[14]。然而,VA-ECMO 通常依赖于更大直径的血管鞘管来提供更多的血液流量,这导致了 VA-ECMO 的首要风险在于与其有关的外围血管并发症。在进行股动脉置管的过程中,置管区域的远端肢体出现缺血是一种常见的并发症,特别是在实施 VA-ECMO 技术的时候,股动脉的循环状态有可能会遭到破坏。因此,必须定期进行手法触诊,或者利用下肢血管彩超来评估远端肢体血液循环状态。为了促进血液的回流,可以选择使用琼脂垫或其他柔软的物品来适度抬高行插管操作侧的肢体,同时要防止在该侧肢体再做任何的穿刺操作。还要定期监测和比较双下肢的临床表现,包括毛细血管的充盈时长,皮肤温度、颜色,腿围、动脉搏动情况以及 SpO₂ 的变化。一旦发现双下肢 SpO₂ 的差距 $\geq 15\%$,或者有任何其他的不正常状态,都要及时汇报并做出相应的处理,防止骨筋膜室综合征、肢体缺血坏死等严重并发症出现^[15]。急性下肢缺血(acute lower limb ischemia, ALLI)往往由于各种因素引起管道突然变窄或者堵塞,使得下肢的血液供应急剧降低,从而对肢体的存活构成了巨大的威胁,这类疾病在血管外科的急症处理过程中频繁出现。ALLI 不仅会威胁患侧肢体存活,继发的全身酸碱失衡、电解质紊乱也会因损害重要脏器功能而危及患者生命^[16]。因此,一旦确诊 ALLI 应尽快恢复下肢血供,最大限度地挽救患侧肢体。除此之外,肢体血运恢复后所造成的缺血再灌注损伤会促使机体释放更多毒素,导致严重的并发症^[17]。Peek 等^[18]的研究表明,ECMO 治疗后幸存者身体功能下降,有 35% 的患者存在自我照顾困难情况,2% 的患者完全不能自理,可能与一系列并发症导致的截肢、严重肌无力等因素有关。

因此,保证远端肢体的灌注,及时发现远端肢体缺血情况显得尤为重要。本文观察的 3 例患儿 4 次手术,其中 3 次手术均是在 ECMO 远端肢体灌注管早期出现异常;1 次手术是 ECMO 撤机后血管吻合口问题,导致远端肢体缺血。但上述患儿均在远端肢体出现明显缺血情况后,呼叫床旁彩超查验血管,由于 ECMO 置管需求和切口局部情况,彩超仅能发现远端动脉血流信号消失,有时血流缓慢和早期血

栓情况也难以鉴别,更无法明确根本原因。当 ECMO 团队寻求血管外科的帮助,进行 DSA 检查后才明确原因所在,并根据情况及时给予相应的解决方案。因此强烈推荐,在 ECMO 启动后和撤机后应该及时地进行 DSA 评价,以便尽早发现问题,预防肢体在出现明显缺血症状后再干预的被动性,也能更大程度挽救患儿肢体及避免缺血再灌注损伤导致的全身病情加重。

DSA 因其图像具备准确性和实时成像能力,被临床医生一致认为是血管介入诊断和治疗的“金标准”。下肢血管造影不仅能明确动脉血栓形成、下肢动脉闭塞等下肢缺血病因,还能精确定位血栓或闭塞部位。CT 血管造影技术因受 VA-ECMO 逆向血流的影响使其可实施性较差,为尽快明确病因,存在下肢缺血情况的患者建议尽早转至 DSA 手术室完成下肢动脉造影检查^[19]。

总之,ECMO 具有较强的心肺支持能力,在急危重症患者救治中起重要作用。本研究表明,在儿童 ECMO 术后预防性或肢体有缺血表现时尽早引入 DSA 十分必要,可及时明确病因,开通血管,恢复肢体血供,增加保肢率,提高 ECMO 患者生存率,使精准诊疗在重症救治中成为可能。但因 ALLI 患儿发病率相对较低,本研究纳入样本量偏小,可能存在统计结果方面的偏倚,今后仍需增加样本量进一步总结分析。

【参 考 文 献】

- [1] Pineton de Chambrun M, Brechot N, Combes A. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock: indications, mode of operation, and current evidence[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2019, 25: 397-402.
- [2] Boeken U, Assmann A, Beckmann A, et al. Extracorporeal circulation (ECLS/ECMO) for cardio-circulatory failure—summary of the S3 guideline[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 69: 483-489.
- [3] Ortuno S, Delmas C, Diehl JL, et al. Weaning from venoarterial extra-corporeal membrane oxygenation; which strategy to use? [J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2019, 8: E1-E8.
- [4] 司念, 李可, 魏晴. 体外膜肺氧合支持下的输血策略[J]. *临床输血与检验*, 2021, 23: 412-415.
- [5] 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: 1729-1734.
- [6] 郭剑, 卢安东, 苗莉霞, 等. 经股动静脉体外膜肺氧合下肢并发病的防治及管理策略[J]. *中国体外循环杂志*, 2019, 17: 22-25.
- [7] 中华医学会心血管病学分会精准医学学组, 中华心血管病杂志编辑委员会, 成人暴发性心肌炎工作组. 成人暴发性心肌炎诊断与治疗中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2017, 45: 742-752.
- [8] 赵举, 崔勇丽, 刘刚. ECMO 中的抗凝管理[J]. *中国急救医学*, 2021, 41: 607-609.
- [9] Kelly B, Carton E. Extended indications for extracorporeal membrane oxygenation in the operating room[J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35: 24-33.
- [10] Valencia E, Nasr VG. Updates in pediatric extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 34: 1309-1323.
- [11] Sy E, Sklar MC, Lequier L, et al. Anticoagulation practices and the prevalence of major bleeding, thromboembolic events, and mortality in venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Crit Care*, 2017, 39: 87-96.
- [12] Dalton HJ, Reeder R, Garcia-Filion P, et al. Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network. Factors associated with bleeding and thrombosis in children receiving extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 196: 762-771.
- [13] 唐小斌, 侯晓彤, 陈忠, 等. 冠状动脉旁路移植术后应用体外膜肺氧合下肢缺血并发病的防治[J]. *心肺血管病杂志*, 2016, 35: 547-550.
- [14] Gulkarov I, Khusid E, Worku B, et al. Meta-analysis of the effect of vascular complications on mortality in patients undergoing femoral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 71: 488-495.
- [15] 浙江大学医学院附属儿童医院护理部, 首都医科大学附属儿童医院儿科重症监护病房, 上海复旦大学附属儿科医院护理部, 等. 儿童体外膜肺氧合支持治疗的护理专家共识[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2023, 4: 232-238.
- [16] 李孝成, 潘光栋, 肖运平, 等. 导管溶栓治疗急性下肢缺血 30 例[J]. *介入放射学杂志*, 2014, 23: 250-252.
- [17] Creager MA, Kaufman JA, Conte MS. Clinical practice. Acute limb ischemia[J]. *N Engl J Med*, 2012, 366: 2198-2206.
- [18] Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2009, 374: 1351-1363.
- [19] 中国医师协会体外生命支持专业委员会, 山东省医师协会体外生命支持专业委员会. 中国成人经股动脉 VA-ECMO 治疗期间下肢缺血防治专家共识(2023)[J]. *中华危重病急救医学*, 2023, 35: 785-792.

(收稿日期: 2024-01-16)

(本文编辑: 茹实)