

## VA-ECMO 在主动脉瓣狭窄介入治疗中的置管策略\*

张波<sup>1</sup> 吴东峰<sup>1</sup> 邓金龙<sup>1</sup> 廖钦晨<sup>1</sup>

**[摘要]** 主动脉瓣重度狭窄(aortic stenosis, AS)是老年人常见的原发性瓣膜病之一,外科手术风险高,预后极差。经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)是目前最优的微创化手术策略,但是存在外科手术禁忌,高危主动脉瓣疾病患者术中仍会有循环崩溃的可能,因此需要进一步的循环支持。体外膜肺氧合(extracorporeal membranous oxygenator, ECMO)是挽救高危 AS 患者 TAVR 术中及术后血流动力学不稳定的有效策略,但是 TAVR 及 ECMO 置管后引发的血管并发症不容忽视,需要更全面的血管入径评估。本文对目前 TAVR 治疗中常见的经股动脉入径、经颈动脉入径、经心尖入径、经主动脉入径等方式对 ECMO 置管策略的影响进行综述,以期临床决策提供参考。

**[关键词]** 主动脉瓣狭窄;体外膜肺氧合;经导管主动脉瓣置换术;置管策略

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1439.2023.11.004

**[中图分类号]** R542.5 **[文献标志码]** A

## The catheterization strategy of VA-ECMO in the interventional treatment of aortic stenosis

ZHANG Bo WU Dongfeng DENG Jinlong LIAO Qinchen

(Department of Geriatric Cardiology, Guangxi Academy of Medical Sciences, The People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, 530000, China)

Corresponding author: LIAO Qinchen, E-mail: 448217388@qq.com

**Abstract** Severe aortic stenosis (AS) is one of common primary valvular diseases in the elderly population, characterized by high surgical risk and poor prognosis. Transcatheter aortic valve replacement (TAVR) stands as the current optimal minimally invasive surgical approach; however, surgical contraindications persist, and high-risk AS patients may still face the potential for circulatory collapse during the procedure. Consequently, additional circulatory support becomes imperative. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) emerges as an effective strategy for rescuing high-risk AS patients with unstable hemodynamics during and after TAVR. Moreover, vascular complications arising from TAVR and ECMO should not be ignored, and more comprehensive evaluation on blood vessels entry approach is needed. Therefore, this paper reviewed the effect of the common vessels entry approaches in the treatment of TAVR on the choose ECMO, such as transfemoral artery approach, transcarotid approach, transapical approach and transaortic approach, to provide reference for clinical decision-making.

**Key words** aortic stenosis; extracorporeal membranous oxygenator; transcatheter aortic valve replacement; pipe placement mode

主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)是渐进性心脏瓣膜病,是老年人常见的原发性心脏瓣膜疾病之一<sup>[1]</sup>。症状性 AS 患者药物保守干预,2 年内生存率仍显著下降,病死率达 50%<sup>[2-3]</sup>。外科主动脉瓣置换治疗心力衰竭(心衰)终末期的 AS 患者风险高,术后病死率高达 30%<sup>[4-5]</sup>。具备微创、无需开胸、中远期疗效良好等优势经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)已发展为临床上治疗合并多种基础疾病的

高危重度 AS 患者的微创化手术方式<sup>[6]</sup>。研究表明, TAVR 治疗外科手术禁忌或高危重度 AS 的老年患者优于药物治疗,且相对安全、有效<sup>[7]</sup>。TAVR 放宽适应证至低危 AS,同时也被用于治疗左室收缩功能障碍及瓣膜置换术后衰败的 AS 患者<sup>[6,8-9]</sup>。尽管对高危重度 AS 患者来说 TAVR 是较优的微创替代方案,但仍可能发生心源性休克、出血、栓塞、冠状动脉(冠脉)闭塞、主动脉夹层和循环崩溃等并发症<sup>[2,10]</sup>。体外膜肺氧合(extracorporeal membranous oxygenator, ECMO)在 TAVR 中的运用可有效减少围术期循环崩溃的发生风险<sup>[4,11-15]</sup>。但 TAVR 治疗入径和 ECMO 置管策略在一定程度上互相影响,尤其单侧血管存在严重狭

\* 基金项目:广西壮族自治区卫生健康委科研课题(No: Z-A20230126)

<sup>1</sup> 广西医学科学院·广西壮族自治区人民医院老年心内科(南宁,530000)

通信作者:廖钦晨, E-mail: 448217388@qq.com

窄或血管支架植入的患者可能需要更换新的手术方式或 ECMO 置管方式,这使得血管并发症及其他并发症发生的概率大大增加,同时也限制了主动脉瓣球囊反搏、Impella 等其他机械支持技术的开展。本文针对 TAVR 术中几种常见的血管入径对 ECMO 置管策略的影响进行总结,以期为临床运用提供参考。

## 1 ECMO 支持的置管方式

在极高危主动脉瓣膜病患者介入诊疗中进行 VA-ECMO 循环支持是安全可行的,然而需要注意介入入径选择对 ECMO 置管选择的影响,也要关注血管并发症的发生。部分 ECMO 支持的高危主动脉瓣膜病合并周围血管病对介入诊疗的入径要求极大,并发症发生的风险也高。目前 VA-ECMO 主要采用两类置管方式:中心插管和外周插管。中心插管是指对心脏结构或大血管进行胸内插管,是一种符合正常血流生理的外科干预插管的方式,即采用开胸的方式将静脉血直接从右心房引出,氧合后动脉血直接回输至近端升主动脉;或者行胸骨切开将套管插入胸骨下方血管腔并关闭胸腔,血流同中心置管<sup>[16]</sup>。中心插管一般用于心脏或胸部手术后循环支持,避免了 ECMO 重新置管,减少了再次手术所致创伤,降低了重新开胸所致的严重出血和感染风险,但增加了包括纵隔炎和出血在内的危及生命的并发症发生风险<sup>[17-18]</sup>。外周插管是指对胸腹以外的血管结构进行血管穿刺、静脉切开或动脉切开插管,一般采用经皮插管技术或者切开插管技术植入引流管,静脉血可以选择股静脉近端或颈内静脉进行引流,氧合后的动脉血可经颈总动脉、腋动脉或股动脉回流<sup>[19]</sup>。由于股静脉-股动脉解剖位置表浅,临床上股静脉-股动脉置管方式最为多见,也有股静脉-颈总动脉、股静脉-腋动脉模式或颈内静脉-股动脉、颈内静脉-颈总动脉、颈内静脉-腋动脉置管方式。因此,对拟行 TAVR 且需要行体外循环支持的患者而言,不同的 TAVR 介入入径对 ECMO 置管方式的影响尤为重要。

## 2 常见 TAVR 入径方式对 ECMO 置管的影响

TAVR 的血管入径主要分为以下几种:外周血管入径:经股动脉入径、经颈动脉入径、经锁骨下/腋动脉入径;中心血管入径:经心尖入径、经主动脉入径;经腔静脉入径。

### 2.1 经股动脉入径

经股动脉入径因具有操作方便、相对侵入性小且适应清醒状态下诊疗的优点而成为 TAVR 入径的首选,但是与经非股动脉入径相比,其血管并发症较高<sup>[20]</sup>。研究表明,高危 AS 患者合并外周血管粥样硬化、脉管解剖结构异常及严重外周血管闭塞等疾病需要选择其他入径<sup>[21-22]</sup>。因此在经股动脉置管的 ECMO 支持下的 TAVR 需要术前对入径

血管管腔直径大小、血管是否迂曲、管壁钙化等进行评估。而术前预防性股静脉-股动脉、颈内静脉-股动脉两种 ECMO 置管支持更是会限制 TAVR 的入径选择。ECMO 置管路径占用一条股动脉通路,TAVR 受制于外周血管条件及术中过长的血管通路,入径选择受到限制,血管通路并发症的发生风险、造影剂的使用剂量和手术辐射时间都随之增加,因此不得不重新规划入径或更换 ECMO 支持方式,可能导致医疗成本和风险的增加。故 TAVR 选择经股动脉入径时,当另外股动脉经评估可用,尽量优先选择股静脉-股动脉或颈内静脉-股动脉的 ECMO 置管方式,这便于操作且易于完成。需要注意的是,股动脉置管时远端肢体缺血,可采用放置下肢灌注管来减少肢体远端缺血事件。如果股动脉置管的方式受到限制,可根据血管条件选择颈内静脉-腋动脉 ECMO 置管、股静脉-锁骨下动脉 ECMO 置管方式。颈内静脉-腋动脉 ECMO 置管是上半身插管,可以保证心脏血流灌注的同时减少股动脉插管的风险,又可以避免中央插管的胸骨切开创伤、感染等风险,同时利于术后康复锻炼、物理治疗;股静脉-锁骨下动脉 ECMO 置管方式同属上半身插管,但是腋下动脉置管方式不同,股静脉-锁骨下动脉 ECMO 置管具有更强的侵袭性,并且存在损伤上臂神经或血管的风险,造成上肢缺血或失能。因此术前应尽可能做好入径评估和方案。

### 2.2 经颈动脉入径

颈总动脉分左、右两条,由于其解剖特性,可选择经左颈动脉入径。经颈动脉入径可直达主动脉瓣,路径短且直接,并具备较高操作精确性、导管输送稳定性及瓣膜定位精准性的优点。有研究证明,与经心尖入径、经主动脉入径相比,经颈动脉入径侵入性小,且在降低心房颤动发生率和出血事件发生率、避免急性肾损伤、减少住院时间方面具有临床益处<sup>[23]</sup>。与经股动脉入径 TAVR 相比,两者 2 年病死率差异无统计学意义,因此不管经股动脉入径是否存在限制,经颈动脉入径均可以作为 TAVR 诊疗的第 2 选择<sup>[24]</sup>。但由于双侧颈动脉血管操作会增加颈部以上组织缺血、缺氧的风险,且颈动脉血管尺径小,对入径导管要求高,器械操作在一定程度上受限,因此选择经颈动脉入径 TAVR 后,选择颈动脉的任何 ECMO 置管方式不作为主要选择,应尽可能避开,建议选择经股动脉的 ECMO 置管方式,或者经腋下动脉 ECMO 置管方式。经颈动脉入径 TAVR 时,可视血管条件尽可能选择股动脉 ECMO 置管模式,这有利于分上下区域操作,保证操作的顺畅,同时避免器械植入干扰的可能,且具备侵入性小的优点;而选择腋下动脉 ECMO 置管方式时则更应该注意避开同时血管操作,避免上肢血流截断导致肢体缺血及颈部灌

注血流不足引发卒中事件等问题。

### 2.3 经锁骨下动脉/腋动脉入径

近期研究表明,经锁骨下动脉/腋动脉入径 TAVR 的并发症发生率低、短期临床结局令人满意,有可能成为非经股动脉入径 TAVR 患者的主要替代途径<sup>[25]</sup>。特别当髂股动脉、颈动脉不适合作为瓣膜植入的路径或发生并发症风险较高时,经锁骨下/腋动脉入径由于较少有严重的动脉扭曲和粥样硬化钙化而彰显优势<sup>[26]</sup>。但受限于血管直径,其操作风险大大增加。左锁骨下动脉解剖位于左颈总动脉后,限制了经左侧颈动脉置管的 ECMO 支持,同时加大了肢体缺血的风险。且由于血管的解剖结构所致不利的置入角度,ECMO 很少使用腋/锁骨下动脉<sup>[27]</sup>。因此在髂股、颈血管受制于血管条件而不得不选择经腋动脉入径 TAVR 时,ECMO 置管方式尽可能评估血管条件和并发症,可以选择其对侧腋动脉 ECMO 的置管方式,也可以选择中心插管,但需要在临床中注意血管并发症及相关不良事件。

### 2.4 经心尖入径

经心尖入径是经股动脉入径 TAVR 的替代方案。该入径切口与病变瓣膜间的距离短,且送系统易于与自体瓣膜同轴易于扭转,但与经股动脉入径相比,经心尖入径出血、假性动脉瘤等不良事件发生率较高<sup>[28-29]</sup>。因此当患者存在严重的外周血管疾病、升主动脉扩张和(或)严重钙化时,经心尖入径是一种安全、可靠的入径术式。经心尖入径的建立需在透视或经食管超声下确定左心室心尖部的位置,然后切开胸廓和心包暴露心尖部,再直接穿刺左心室心尖部,在快速起搏的情况下释放瓣膜。但该方式出血并发症及死亡风险增加,容易发生左心室心尖部不完全闭合导致压塞、左心室假性动脉瘤、二尖瓣反流等并发症,且不适用于心包严重钙化纤维化、心尖解剖位置异常、血栓、心室肌严重缺血、左心室射血分数明显降低等患者<sup>[30-31]</sup>。因此当评估患者需要 ECMO 支持下经心尖入径 TAVR 时,可采用经皮外周置管的支持,避免破坏性的开胸等置管方式,有利于减少医源性损伤和感染风险,同时减少血管并发症。当患者发生肺水肿、Harlequin 综合征及下肢缺血时可改为中心插管。

### 2.5 经主动脉入径

经主动脉入径 TAVR 是直接使用短的输送系统通过升主动脉进行逆向 TAVR,即采用最小限度的胸骨切开术直接进入主动脉,通过上部逆转 L-微切开术插入导管,然后通过升主动脉置入瓣膜<sup>[32]</sup>。但该入径明显受制于麻醉、主动脉钙化斑块以及主动脉长度等因素影响,且存在主动脉夹层和切口疼痛的风险。在选择经主动脉入径 TAVR 时,可以选择中心置管方式进行体外循环支持,主要

原则为尽可能减少并发症发生风险和有创性操作。

### 3 总结与展望

随着高危 AS 患者增多,我国 TAVR 手术量呈明显上升趋势。接受 TAVR 手术患者普遍高龄,伴有诸多基础疾病,难以耐受常规体外循环下开胸主动脉瓣置换手术创伤,尤其是对于因心脏病长期损害致射血分数显著降低的失代偿期主动脉瓣疾病患者。即使行微创 TAVR,仍存在术中血流动力学崩溃、恶性心律失常等并发症的可能,这极大增加了 TAVR 的风险。ECMO 支持可降低该类患者 TAVR 治疗过程中的风险,使得高危 AS 具备度过 TAVR 围术期及规避术中各类风险的条件。然而 ECMO 支持下 TAVR 入径目前仅通过综合考量血管直径、解剖、钙化与否等因素来决定远远不足,仍需要立足个体化情况选择最佳的血管入路。随着介入器械及循环支持手段的发展、相关专业人员经验的积累及危险因素的全面评估,选择最有利于患者的入径方案将会为患者带来获益,但是如何评估以预防血管并发症的发生和保证更有利的循环支持是提高 ECMO 支持下 TAVR 安全性及有效性的重点和难点。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] 刘坤,李裕舒,Chorianopoulos E,等. 经导管主动脉瓣植入术研究进展[J]. 临床心血管病杂志,2016,32(10):967-968.
- [2] Van Mieghem NM, Deeb GM, Sondergaard L, et al. Self-expanding transcatheter vs Surgical Aortic Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients: 5-Year Outcomes of the SURTAVI Randomized Clinical Trial[J]. JAMA Cardiol, 2022, 7(10):1000-1008.
- [3] Nguyen TC, Terwelp MD, Thourani VH, et al. Clinical trends in surgical, minimally invasive and transcatheter aortic valve replacement[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2017, 51(6):1086-1092.
- [4] Malaisrie SC, Idriss A, Flaherty JD, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation[J]. Curr Atheroscler Rep, 2016, 18(5):27.
- [5] Makdisi G, Makdisi PB, Wang IW. Use of extracorporeal membranous oxygenator in transcatheter aortic valve replacement[J]. Ann Transl Med, 2016, 4(16):306.
- [6] Rahhab Z, El FN, Tchetché D, et al. Expanding the indications for transcatheter aortic valve implantation[J]. Nat Rev Cardiol, 2020, 17(2):75-84.
- [7] 李光照,王明蛟,胡彩娜,等. 经导管主动脉瓣置换术治疗重度主动脉瓣狭窄的初步临床疗效分析[J]. 临床心血管病杂志, 2020, 36(3):280-283.
- [8] Ueshima D, Fovino LN, D'Amico G, et al. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in low-and intermediate-risk patients: an updated systematic review and meta-analysis[J]. Cardiovasc Interv Ther,

- 2019,34(3):216-225.
- [9] Thourani VH, Edelman JJ, Holmes SD, et al. The International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery Expert Consensus Statement on Transcatheter and Surgical Aortic Valve Replacement in Low-and Intermediate-Risk Patients: A Meta-Analysis of Randomized and Propensity-Matched Studies[J]. *Innovations(Phila)*, 2021, 16(1):3-16.
- [10] Avvedimento M, Tang G. Transcatheter aortic valve replacement(TAVR): Recent updates[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2021, 69:73-83.
- [11] Karycki MK. Transcatheter aortic valve replacement [J]. *Nursing*, 2019, 49(6):24-31.
- [12] Marchese A, Tarantini G, Tito A, et al. Mechanical circulatory support and intravascular lithotripsy in high-risk patients undergoing percutaneous coronary intervention and transcatheter aortic valve replacement: a case series[J]. *Eur Heart J Case Rep*, 2021, 5(12):b498.
- [13] Shou BL, Verma A, Florissi IS, et al. Temporary Mechanical Circulatory Support for Transcatheter Aortic Valve Replacement [J]. *J Surg Res*, 2022, 280:363-370.
- [14] Kmiec L, Holzamer A, Fischer M, et al. Protected complex percutaneous coronary intervention and transcatheter aortic valve replacement using extracorporeal membrane oxygenation in a high-risk frail patient: a case report[J]. *J Med Case Rep*, 2020, 14(1):163.
- [15] Okada T, Yoshida T, Makino S, et al. Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Replacement under Extracorporeal Membrane Oxygenation in a Patient with Acute Decompensated Heart Failure: A Case Report[J]. *Kobe J Med Sci*, 2019, 65(3):E90-E94.
- [16] Cianchi G, Lazzeri C, Bonizzoli M, et al. Echo-Guided Insertion of a Dual-Lumen Cannula for Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation [J]. *ASAIO J*, 2019, 65(4):414-416.
- [17] Whittaker D, Edmunds C, Scott I, et al. Rib fracture fixation in a patient on veno-venous ECMO for severe blunt thoracic trauma [J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2021, 103(9):e269-e271.
- [18] Ogawa F, Sakai T, Takahashi K, et al. A case report: Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe blunt thoracic trauma [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2019, 14(1):88.
- [19] Karatolios K, Chatzis G, Markus B, et al. Comparison of mechanical circulatory support with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation or Impella for patients with cardiogenic shock: a propensity-matched analysis[J]. *Clin Res Cardiol*, 2020, 110(9):1404-1411.
- [20] Raptis DA, Beal MA, Kraft DC, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement: Alternative Access beyond the Femoral Arterial Approach [J]. *Radiographics*, 2019, 39(1):30-43.
- [21] Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, et al. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(14):1321-1331.
- [22] Bonaros N, Petzina R, Cocchieri R, et al. Transaortic transcatheter aortic valve implantation as a first-line choice or as a last resort? An analysis based on the ROUTE registry[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017, 51(5):919-926.
- [23] Chamandi C, Abi-Akar R, Rodes-Cabau J, et al. Transcarotid Compared With Other Alternative Access Routes for Transcatheter Aortic Valve Replacement [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2018, 11(11):e6388.
- [24] Folliguet TA, Teiger E, Beurtheret S, et al. Carotid versus femoral access for transcatheter aortic valve implantation: a propensity score inverse probability weighting study[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 56(6):1140-1146.
- [25] Hysi I, Gommeaux A, Pecheux M, et al. Axillary Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Peripheral Vascular Disease [J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 31(2):175-180.
- [26] Testa L, Brambilla N, Laudisa ML, et al. Right subclavian approach as a feasible alternative for transcatheter aortic valve implantation with the CoreValve ReValving System [J]. *EuroIntervention*, 2012, 8(6):685-690.
- [27] Biasco L, Ferrari E, Pedrazzini G, et al. Access Sites for TAVI: Patient Selection Criteria, Technical Aspects, and Outcomes [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2018, 5:88.
- [28] Auffret V, Lefevre T, Van Belle E, et al. Temporal Trends in Transcatheter Aortic Valve Replacement in France: FRANCE 2 to FRANCE TAVI [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(1):42-55.
- [29] Blackstone EH, Suri RM, Rajeswaran J, et al. Propensity-matched comparisons of clinical outcomes after transapical or transfemoral transcatheter aortic valve replacement: a placement of aortic transcatheter valves (PARTNER)-I trial substudy [J]. *Circulation*, 2015, 131(22):1989-2000.
- [30] Al-Attar N, Raffoul R, Himbert D, et al. False aneurysm after transapical aortic valve implantation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 137(1):e21-e22.
- [31] Overtchouk P, Modine T. A comparison of alternative access routes for transcatheter aortic valve implantation [J]. *Expert review of cardiovascular therapy*, 2018, 16(10):749-756.
- [32] Romano M, Frank D, Cocchieri R, et al. Transaortic transcatheter aortic valve implantation using SAPIEN XT or SAPIEN 3 valves in the ROUTE registry [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2017, 25(5):757-764.