

• 综述 •

室性心动过速导管消融术后血栓栓塞预防治疗的研究进展

曹奕辉 李剑 周鹏

(复旦大学附属华山医院心内科, 上海 200040)

【摘要】 导管消融术是室性心动过速(VT)的重要治疗方法。既往研究表明 VT 导管消融术后的血栓栓塞风险是存在的,但目前各指南提及的 VT 导管消融术围手术期抗凝治疗方案多为专家共识,无强有力的证据来指导 VT 导管消融术后血栓栓塞预防的临床实践。现综述 VT 导管消融术围手术期血栓栓塞预防治疗的最新指南建议和相关临床研究,以期对临床管理和治疗提供一些帮助。

【关键词】 室性心动过速;导管消融术;血栓栓塞

【DOI】 10. 16806/j. cnki. issn. 1004-3934. 2024. 08. 001

Recent Advances in Thromboembolism Prophylaxis After Catheter Ablation of Ventricular Tachycardia

CAO Yihui, LI Jian, ZHOU Peng

(Department of Cardiology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China)

【Abstract】 Catheter ablation is an important therapy for ventricular tachycardia (VT). Previous studies have shown that there is a risk of thromboembolism after VT catheter ablation. However, the perioperative anticoagulation regimens for VT catheter ablation mentioned in current guidelines are mostly based on expert consensus, lacking strong evidence to guide clinical practice for thromboembolism prevention after VT ablation. This article reviews the latest guideline recommendations and relevant clinical studies on thromboembolism prevention during the perioperative period of VT catheter ablation, aiming to provide some assistance in clinical management and treatment.

【Keywords】 Ventricular tachycardia; Catheter ablation; Thromboembolism

室性心动过速(ventricular tachycardia, VT)是一种常见的心律失常,体表心电图上通常表现为宽大畸形的 QRS 波群,临床上患者常有头晕、晕厥等症状,严重时甚至会引起心源性猝死。制定 VT 的治疗方案需综合考虑是否伴有结构性心脏病、是否持续(通常认为发作时间 > 30 s 为持续性 VT)、是否有临床症状等因素^[1-4]。在许多情况下,冷冻消融或射频导管消融术已成为特发性或结构性心脏病相关 VT 的重要治疗方法^[3,5-6]。

然而,导管消融术可能与血栓形成和栓塞的风险有关。尽管个体风险因消融类型、部位和患者因素的不同而不同,既往研究^[7-11]表明,行 VT 导管消融术的结构性和非结构性心脏病患者术后发生缺血性脑卒中血栓栓塞的风险低于 1%,与心房颤动导管消融术围手术期的血栓栓塞事件发生率相当,但考虑到短暂性脑缺血发作和随访不完全的患者可能经历过栓塞事件,比率可能被低估。VT 导管消融术后的血栓栓塞风险是存在的,但目前各指南提出的 VT 导管消融术

围手术期抗凝治疗方案多为专家共识,无强有力的证据来指导 VT 导管消融术后血栓栓塞预防的临床实践^[5,12-14]。笔者将综述 VT 导管消融术围手术期血栓栓塞预防治疗的最新指南建议和相关临床研究,期望对临床治疗提供一些参考。

1 VT 导管消融术后的血栓栓塞风险

1.1 VT 导管消融术后血栓栓塞预防性治疗现状

目前的临床实践中,开放式灌注尖端导管在 VT 导管消融治疗中被广泛采用。近十年的五项主要采用开放式灌注尖端导管进行 VT 导管消融的观察性研究^[7-11]显示,围手术期血栓栓塞事件发生率低于 1%,与心房颤动导管消融术的血栓栓塞事件发生率相当。然而,与心房颤动导管消融术中普遍采用术后抗凝治疗不同,VT 导管消融术后抗凝治疗对降低血栓栓塞风险的作用尚不明确。理论上,与心房颤动导管消融术相比,VT 患者导管消融相关血栓形成的风险可能更高,因为导管驻留和消融时间通常更长,消融的心内膜表面积更大,在结构性 VT 和左心室小梁化程度较

高的患者中更是如此。但是目前 VT 导管消融后无广泛接受的抗凝治疗方案,各指南提出的 VT 导管消融术围手术期抗凝治疗方案多为专家共识^[5,12-14]。

1.2 VT 导管消融术后预防血栓栓塞的必要性

尽管 VT 的血栓栓塞事件大多发生在手术过程中或手术后不久,但心内导管操作和消融造成的心内膜组织损伤会产生持续至术后的血栓形成环境^[7-11]。因此,术后抗凝治疗值得考虑。如果消融过程中发生严重并发症,如“蒸汽爆裂”(组织温度 > 100 °C 导致气体生成,进而引起心肌内爆炸),以及相关的心脏穿孔和室间隔缺损,复杂的血流动力学状态更加要求术后抗凝治疗^[15-16]。另外,术后抗凝治疗与伴有结构性心脏病的 VT 导管消融术特别相关,因为这类患者往往还带有独立于手术本身的血栓形成、栓塞的全身和局部危险因素,包括动脉粥样硬化性心血管疾病、局部心肌运动减少或运动不能、血栓前状态等^[17]。

除有明显临床症状的血栓栓塞事件,无症状的亚临床血栓栓塞事件也值得关注^[18]。Whitman 等^[19]报道,58% 左心室心律失常[左心室室性期前收缩($n = 10$)和 VT 导管消融($n = 2$)]的患者在接受射频导管消融术后 1 周内进行的磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)中发现有新的脑栓塞。尽管发生率较高,但这些无症状脑栓塞的长期后果仍然不确定,不过采取血栓栓塞预防策略降低无症状栓塞事件发生率仍是值得考虑的^[20]。

2 栓塞事件的预防策略

2.1 使用抗凝药物的指南建议

根据《2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRs 室性心律失常导管消融专家共识》^[5],消融术中抗凝治疗建议包括:(1)在接受左心室心内膜导管标测和/或消融的患者中,建议术中使用肝素进行全身抗凝治疗;(2)对于右心室心内膜标测和/或消融术中血栓栓塞的高危患者,推荐在术中使用肝素进行全身抗凝治疗;(3)在全身肝素化后接受心外膜切开的患者,用鱼精蛋白逆转肝素是合理的。术后抗凝治疗建议包括:(1)在较小范围(消融病灶之间的距离 < 3 cm)的心内膜消融术后,使用抗血小板药治疗一段时间(最常见的持续时间为 4 ~ 6 周)是合理的;(2)消融后移除血管鞘时用鱼精蛋白逆转肝素是合理的;(3)广泛的心内膜 VT 导管消融术(消融病灶之间的距离 > 3 cm)后,口服抗凝药物治疗 3 个月可能是合理的方案;(4)心内膜 VT 导管消融术后肝素桥接使用是可以考虑的,但会增加围手术期出血的风险。

2015 年,一项针对右心室心动过速导管消融的抗凝治疗建议^[13]包括:(1)在仅接受右心室心动过速心

内膜消融的结构性心脏病患者中,可继续使用维生素 K 拮抗剂(vitamin K antagonist, VKA)、新型口服抗凝药物(novel oral anticoagulant, NOAC)或血小板抑制剂进行既定的治疗;(2)在手术中应考虑普通肝素;(3)在心外膜消融术前,最好在手术前 48 h 停止 NOAC;(4)在心外膜消融之前,可考虑保留 VKA,直到国际标准化比值 < 1.5。针对左心室 VT 导管消融的抗凝治疗建议^[13]包括:(1)在操作过程中给予普通肝素,目标激活凝血时间 300 s;(2)在左心室 VT 导管消融前不中断口服 VKA 抗凝治疗是有用的;(3)在左心室 VT 导管消融前至少 24 h 停用 NOAC(如果有肾功能损害,达比加兰的停药时间应更长);(4)经胸超声心动图有助于在消融术前排除左心室血栓;(5)当在左心室 VT 导管消融期间切换到心外膜入路时,可考虑在心外膜入路之前给予鱼精蛋白;(6)左心室 VT 导管消融后,可考虑 NOAC 或服用抗血小板药阿司匹林 4 ~ 12 周;(7)在无其他适应证的情况下,左心室 VT 导管消融前不应给予 NOAC 抗凝治疗。

根据 JACC 关于心脏电生理和介入手术患者抗血栓治疗的最新共识^[21],VT 导管消融术围手术期抗凝治疗策略包括:(1)对于接受右心室导管消融术的患者,除非存在其他血栓栓塞危险因素,否则术中不强制定进行抗凝治疗(I 级推荐, C 级证据);(2)对于接受左心室导管消融术的患者,应考虑术中应用普通肝素,以促使活化凝血时间为 250 ~ 350 s(I 级推荐, B 级证据);(3)对于接受心内外膜左心室导管消融术的患者,应在术中输注肝素前开通心外膜入路,或在开通心外膜入路前可考虑使用鱼精蛋白逆转肝素(II a 级推荐, C 级证据);(4)无论 VT 导管消融部位在哪,对于既往有口服抗凝药物适应证的患者,应考虑不中断或最低限度中断的策略,如无禁忌证,应在术后 4 ~ 6 h 恢复应用口服抗凝药物(专家意见或 C 级证据);(5)对于血栓栓塞高风险、既往有口服抗凝药物适应证、接受心外膜消融术的患者,可在采用不中断或最低限度中断的口服抗凝药物策略下考虑开通心外膜通路(专家意见或 C 级证据);(6)对于既往无口服抗凝药物适应证、接受左心室消融的患者,消融后可考虑应用 4 周的口服抗凝药物(最好是 NOAC),以降低血栓栓塞风险(共识作者基于该领域当前证据的建议)。

2.2 使用抗凝药物的最新研究证据

最新研究表明,在预防 VT 导管消融相关血栓栓塞方面,相对于阿司匹林和华法林,NOAC 可能更有效。

Lakkireddy 等^[22]进行的 STROKE-VT(NOAC 与阿

司匹林降低 VT 导管消融患者脑血管事件风险的安全性和有效性)多中心研究,以 1:1 的方式随机分配了 246 例通过经房间隔或逆行主动脉通路进行左心室导管消融的患者,接受直接口服 NOAC 抗凝或阿司匹林治疗,随访期为 30 d。主要结局是在手术后 24 h 和 30 d 使用脑 MRI 评估短暂性脑缺血发作、脑卒中或无症状脑血管事件。在阿司匹林治疗组中,主要结局发生率明显更高,短暂性脑缺血发作发生率为 18.0% vs 4.9%,脑卒中发生率为 6.5% vs 0%,无症状脑血管事件发生率在术后 24 h 为 23.0% vs 12.0%,在第 30 天为 18.0% vs 6.5%。在多变量回归分析中,发现阿司匹林的使用是术后脑血管事件的最强预测指标,其他重要危险因素包括射血分数、逆行主动脉通路和总消融时间。

Deshmukh 等^[23] 进行的研究比较了华法林或 NOAC 治疗对于 VT 导管消融后血栓栓塞的预防效果。研究纳入连续 80 例因 VT 行左心室心内膜消融术的结构性心脏病患者,其中 38 例患者术后接受华法林抗凝治疗,42 例患者术后接受 NOAC 治疗。比较两组的消融后住院时间、出血事件和血栓栓塞事件发生率,结果显示与华法林组相比,NOAC 组消融后住院时间明显缩短 $[(3.3 \pm 1.8) \text{ d vs } (5.0 \pm 2.5) \text{ d}, P = 0.001]$,出血或血栓栓塞事件无增加。

另外,Yanagisawa 等^[24] 的研究观察到在接受 VT 导管消融的患者中,凝血级联反应被显著激活。但另一方面,不间断给药的口服抗凝药物抑制了凝血反应,可最大限度地减少 VT 导管消融术围手术期的血栓栓塞事件发生率。

2.3 手术技术的改进

在导管消融手术过程中,血栓并不是导致栓塞事件的唯一因素。空气、组织、钙、胆固醇和其他栓子也可能在栓塞性脑卒中的发病机制中起重要作用^[25]。手术技术的改良可减少多种栓子形成栓塞的可能性。

大多数 VT 导管消融术首选经房间隔入路,以避免主动脉瓣钙化或动脉粥样硬化患者的动脉钙化斑块脱落。同样,仔细操作导管和鞘管将有助于最大限度地减少塑料颗粒(例如经中隔鞘管的内腔)造成的栓塞。灌注消融导管可最大限度降低烧焦和凝块形成的风险。空气过滤器也应常规使用,以尽量降低空气栓塞的风险。最后,尽量减少使用高功率设置将有助于防止组织栓塞^[26]。导管消融期间,不应使用低离子或非离子冲洗液,这种溶液会增加蒸汽爆裂发生率^[25]。

2.4 新技术的使用

除了针对现有手术方式的改进,一些新技术也可

作为栓塞预防的备选策略。Heeger 等^[27] 的研究表明,脑保护系统(cerebral protection system, CPS),如血管内双过滤器 CPS,在 VT 导管消融术期间的脑保护似乎是安全可行的。11 例患有缺血性心脏病和持续性 VT 的患者在 CPS 监测下接受了左心室导管消融术。未观察到与 CPS 相关的围手术期并发症,未发生围手术期短暂性脑缺血发作或脑卒中。CPS 尤其适用于具有栓塞高危风险的患者(如慢性左心室血栓、主动脉严重动脉粥样硬化疾病、手术相关栓塞史等)。

脉冲场消融术(pulsed field ablation, PFA)是一种很有前途的新型消融方式。虽然直流 PFA 后也存在微栓子形成的可能,但目前研究中,未发现 PFA 术后有血管内实体血栓形成的临床证据。Reddy 等^[28] 和 Koruth 等^[29] 通过心腔内超声发现了 PFA 术后微泡的形成,微泡持续时间较短,且未产生明显的生理影响。但其临床应用风险仍然未知,需通过更多系统研究提供证据支持。

3 研究的不足和未来方向

3.1 目前研究的限制

Whitman 等^[19] 的研究中,无症状脑栓塞更多地发生在接受导管消融的室性期前收缩患者中的现象值得关注,因为室性期前收缩消融导管驻留和消融时间通常比结构性 VT 导管消融术短,试验结果与理论推测不相符。虽然这项研究中栓塞事件的确切机制尚不清楚,但在这一系列病例中,所有栓塞事件均发生在接受主动脉入路的左心室介入手术的患者中,提示升主动脉粥样斑块或主动脉瓣碎片栓塞(钙化、退行性组织等)是脑栓塞的可能原因之一^[30]。

针对 Lakkireddy 等^[22] 的研究,一些质疑的观点被提出,可能影响该研究的结论即 NOAC 在预防 VT 导管消融术后脑血管事件方面优于阿司匹林应用于临床实践^[31]。首先,这项研究中的脑卒中/短暂性脑缺血发作的发生率异常高,为 4.9% (NOAC) vs 24.4% (阿司匹林)。同时期进行的 VT 消融临床试验,如 VANISH(VT 消融对比抗心律失常药的增加)研究^[32] 和大型登记研究,如 IVTCC(国际室性心动过速消融中心协作组)^[9],尽管术后抗凝实践不同,但报告的脑卒中发生率为 0% ~ 0.5%。作者说明,更密切的每周随访可能解释了这种差异;然而,先前试验中的标准术后监测不太可能低估脑卒中/短暂性脑缺血发作发生率。首先,研究对象和研究人员的盲法缺失以及该研究中未对脑部影像进行盲法终点裁定或核心实验室审查可能引入了观察者偏倚。其次,术后立即进行的 MRI 是在导管消融术后 24 h 内进行的,此时研究药物还未达到稳态。因此,将任何差异性发现完全归因

于研究药物的使用可能为时过早。初始的 MRI 可能更好地标记了术中栓塞,而且能够排除一些病变是预先存在的可能性。另外,作者并未报告可能影响主要终点事件发生率的其他因素,如两组之间的消融位置差异,越过主动脉瓣的次数,或实际达到目标活化凝血时间 >350 s 的时间比例。最后,随机分配似乎未能在相关的基线和手术特征上平衡两组。逆行主动脉通路和机械支持的使用预计会导致更高的脑卒中/短暂性脑缺血发作风险,而逆行主动脉通路术后无症状脑栓塞的发生率较高。但这两种情况却在阿司匹林组中更常见。此外,手术前或手术后进行的随机分配程序未被报告,这提出了一个可能性,即分配隐藏的缺失可能影响了结果。鉴于这些观点,笔者发现很难将作者的结论,即在 VT 导管消融术后 DOAC 比阿司匹林更能预防脑血管事件应用到临床实践中。期待进一步的努力来解决文献中的这个重要空白。

Deshmukh 等^[23]研究的主要限制在于其样本量小,设计为回顾性,以及无法纠正与使用某种类型的血栓栓塞预防相关的混杂因素。具体来说,由于血管闭合装置主要用于接受 DOAC 的患者,观察到的血管出血并发症的差异可能与血栓栓塞预防的形式、血管闭合装置的使用或二者的组合有关。最后,这项研究无法评估抗凝治疗选择对导管消融术后 MRI 亚临床异常发生率的影响。

3.2 未来研究的方向

未来的研究除了继续探讨不同抗凝药物、抗血小板药的应用,以确定某类药物在预防栓塞同时降低出血风险方面效果最佳,还需进一步探索导管消融术后血栓形成机制和术后血流动力学变化,以确定哪些因素增加了血栓栓塞的风险,以便开发更有针对性的预防策略^[33]。另外,长期随访研究也有其必要性,监测 VT 患者导管消融术后较长时间内的栓塞发生率,以评估预防策略的有效性和持久性。

4 总结

本文主要讨论了 VT 导管消融术后血栓栓塞事件的预防策略和相关研究的限制。几项研究发现,使用 NOAC 降低术后脑血管事件发生率的效果优于使用阿司匹林和华法林。另外,改进手术方法等策略也可减少栓塞事件的发生。然而,现有的研究存在一些限制,如样本量小、研究设计为回顾性、无法纠正混杂因素等。因此,将研究结果应用于临床实践仍然存在困难,需进一步的研究来填补这个重要空白。

参考文献

[1] ESC Scientific Document Group. [2022 ESC Guidelines for the management of

- patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death[J]. *G Ital Cardiol (Rome)*, 2023, 24(3 suppl 1):e1-e132.
- [2] Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, et al. 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death; executive summary; a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society[J]. *Heart Rhythm*, 2018, 15(10):e190-e252.
- [3] Wissner E, Stevenson WG, Kuck KH. Catheter ablation of ventricular tachycardia in ischaemic and non-ischaemic cardiomyopathy: where are we today? A clinical review[J]. *Eur Heart J*, 2012, 33(12):1440-1450.
- [4] Baldinger SH, Stevenson WG, John RM. Ablation of ischemic ventricular tachycardia: evidence, techniques, results, and future directions[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2016, 31(1):29-36.
- [5] Cronin EM, Bogun FM, Maury P, et al. 2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS expert consensus statement on catheter ablation of ventricular arrhythmias[J]. *Europace*, 2019, 21(8):1143-1144.
- [6] Miller JM, Marchlinski FE, Harken AH, et al. Subendocardial resection for sustained ventricular tachycardia in the early period after acute myocardial infarction[J]. *Am J Cardiol*, 1985, 55(8):980-984.
- [7] Yousuf OK, Zusterzeel R, Sanders W, et al. Trends and outcomes of catheter ablation for ventricular tachycardia in a community cohort[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018, 4(9):1189-1199.
- [8] Siontis KC, Jamé S, Sharaf Dabbagh G, et al. Thromboembolic prophylaxis protocol with warfarin after radiofrequency catheter ablation of infarct-related ventricular tachycardia[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2018, 29(4):584-590.
- [9] Tung R, Vaseghi M, Frankel DS, et al. Freedom from recurrent ventricular tachycardia after catheter ablation is associated with improved survival in patients with structural heart disease: an International VT Ablation Center Collaborative Group study[J]. *Heart Rhythm*, 2015, 12(9):1997-2007.
- [10] Peichl P, Wichterle D, Pavlu L, et al. Complications of catheter ablation of ventricular tachycardia: a single-center experience[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2014, 7(4):684-690.
- [11] Bohnen M, Stevenson WG, Tedrow UB, et al. Incidence and predictors of major complications from contemporary catheter ablation to treat cardiac arrhythmias[J]. *Heart Rhythm*, 2011, 8(11):1661-1666.
- [12] Deyell MW, AbdelWahab A, Angaran P, et al. 2020 Canadian Cardiovascular Society/Canadian Heart Rhythm Society position statement on the management of ventricular tachycardia and fibrillation in patients with structural heart disease[J]. *Can J Cardiol*, 2020, 36(6):822-836.
- [13] Sticherling C, Marin F, Birnie D, et al. Antithrombotic management in patients undergoing electrophysiological procedures: a European Heart Rhythm Association (EHRA) position document endorsed by the ESC Working Group Thrombosis, Heart Rhythm Society (HRS), and Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS)[J]. *Europace*, 2015, 17(8):1197-1214.
- [14] Shivkumar K. Catheter ablation of ventricular arrhythmias[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(16):1555-1564.
- [15] Wright M, Harks E, Deladi S, et al. Visualizing intramyocardial steam formation with a radiofrequency ablation catheter incorporating near-field ultrasound[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2013, 24(12):1403-1409.
- [16] Seiler J, Roberts-Thomson KC, Raymond JM, et al. Steam pops during irrigated radiofrequency ablation: feasibility of impedance monitoring for prevention[J]. *Heart Rhythm*, 2008, 5(10):1411-1416.
- [17] Mallidi J, Nadkarni GN, Berger RD, et al. Meta-analysis of catheter ablation as an adjunct to medical therapy for treatment of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease[J]. *Heart Rhythm*, 2011, 8(4):503-510.
- [18] Gaita F, Caponi D, Pianelli M, et al. Radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: a cause of silent thromboembolism? Magnetic resonance imaging assessment of cerebral thromboembolism in patients undergoing ablation of atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2010, 122(17):1667-1673.

- [19] Utsunomiya H, Harada Y, Susawa H, et al. Abstract 15424: tricuspid valve geometry and right heart remodeling: insights into the mechanism of atrial functional tricuspid regurgitation[J]. *Circulation*, 2020, 142(suppl 3): A15424.
- [20] Margonato D, Ancona F, Ingallina G, et al. Tricuspid regurgitation in left ventricular systolic dysfunction: marker or target? [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:702589.
- [21] Muraru D, Badano LP, Hahn RT, et al. Atrial secondary tricuspid regurgitation: pathophysiology, definition, diagnosis, and treatment [J]. *Eur Heart J*, 2024, 45(11): 895-911.
- [22] Ortiz-Leon XA, Posada-Martinez EL, Trejo-Paredes MC, et al. Tricuspid and mitral remodelling in atrial fibrillation: a three-dimensional echocardiographic study[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2022, 23(7): 944-955.
- [23] Ortiz-Leon XA, Posada-Martinez EL, Trejo-Paredes MC, et al. Understanding tricuspid valve remodelling in atrial fibrillation using three-dimensional echocardiography[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(7): 747-755.
- [24] Nattel S, Burstein B, Dobrev D. Atrial remodeling and atrial fibrillation: mechanisms and implication [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2008, 1(1): 62-73.
- [25] Alessie M, Ausma J, Schotten U. Electrical, contractile and structural remodeling during atrial fibrillation[J]. *Cardiovasc Res*, 2002, 54(2): 230-246.
- [26] Schotten U, Verheule S, Kirchhof P, et al. Pathophysiological mechanisms of atrial fibrillation: a translational appraisal [J]. *Physiol Rev*, 2011, 91(1): 265-325.
- [27] Vandenberk B, Haemers P, Morillo C. The autonomic nervous system in atrial fibrillation-pathophysiology and non-invasive assessment [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024, 10:1327387.
- [28] Surapaneni P, Vinales KL, Najib MQ, et al. Valvular heart disease with the use of fenfluramine-phentermine [J]. *Tex Heart Inst J*, 2011, 38(5): 581-583.
- [29] Peraza-Zaldivar JA, Ponce-Guarneros JM, Cardona-Muñoz EG, et al. Effects of renin-angiotensin system inhibitors on atrial mechanics parameters in patients with metabolic syndrome [J]. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*, 2023, 28:10742484231216807.
- [30] Martin AC, Bories MC, Tence N, et al. Epidemiology, pathophysiology, and management of native atrioventricular valve regurgitation in heart failure patients [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:713658.
- [31] Büttner P, Schumacher K, Dinov B, et al. Role of NT-proANP and NT-proBNP in patients with atrial fibrillation: association with atrial fibrillation progression phenotypes [J]. *Heart Rhythm*, 2018, 15(8): 1132-1137.
- [32] Li JY, Liang GC, Huang FL, et al. The correlation of inflammation, oxidative stress, and hippocampal perfusion in patients with atrial fibrillation [J]. *Int Heart J*, 2023, 64(6): 1018-1024.
- [33] Kitamura M, Fam NP, Braun D, et al. 12-Month outcomes of transcatheter tricuspid valve repair with the PASCAL system for severe tricuspid regurgitation [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 97(6): 1281-1289.
- [34] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(7): 561-632.
- [35] National Guideline Centre (UK). Ablation: atrial fibrillation: diagnosis and management; Network meta-analysis J2 [M]. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE), 2021.
- [36] Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease: Executive Summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 143(5): e35-e71.
- [37] Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(36): 2739-2791.
- [38] Williams AM, Brescia AA, Watt TMF, et al. Transcatheter therapy for tricuspid regurgitation: the surgical perspective [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2019, 62(6): 473-478.
- [39] Darby AE. Pulsed field ablation: a novel therapeutic tool for catheter-based treatment of atrial fibrillation [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2022, 24(7): 793-799.

收稿日期: 2024-03-30

(上接第 676 页)

- [19] Whitman IR, Gladstone RA, Badhwar N, et al. Brain emboli after left ventricular endocardial ablation [J]. *Circulation*, 2017, 135(9): 867-877.
- [20] Zei PC, Vora N. The sound of silence: how much noise should we make about postablation silent strokes? [J]. *Circulation*, 2017, 135(9): 878-880.
- [21] di Biase L, Lakkireddy DJ, Marazzato J, et al. Antithrombotic therapy for patients undergoing cardiac electrophysiological and interventional procedures: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2024, 83(1): 82-108.
- [22] Lakkireddy D, Shenthar J, Garg J, et al. Safety/efficacy of DOAC versus aspirin for reduction of risk of cerebrovascular events following VT ablation [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2021, 7(12): 1493-1501.
- [23] Deshmukh A, Gunda S, Siontis KC, et al. Comparison of warfarin with direct oral anticoagulants for thromboembolic prophylaxis after catheter ablation of ventricular tachycardia [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2023, 34(4): 967-972.
- [24] Yanagisawa S, Inden Y, Riku S, et al. Coagulation response and prothrombotic effect of uninterrupted oral anticoagulant administration after catheter ablation for VT [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2022, 8(6): 735-748.
- [25] Romero JE, Goldhaber SZ. Uninterrupted oral anticoagulation during catheter ablation of ventricular tachycardia: is the riskier option the safest? [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2022, 8(6): 749-753.
- [26] Konishi H, Suzuki A, Hohmann S, et al. Comparison of microemboli formation between irrigated catheter tip architecture using a microemboli monitoring system [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2022, 8(1): 26-37.
- [27] Heeger CH, Metzner A, Schlüter M, et al. Cerebral protection during catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with ischemic heart disease [J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(13): e009005.
- [28] Reddy VY, Koruth J, Jais P, et al. Ablation of atrial fibrillation with pulsed electric fields: an ultra-rapid, tissue-selective modality for cardiac ablation [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018, 4(8): 987-995.
- [29] Koruth JS, Kuroki K, Iwasawa J, et al. Endocardial ventricular pulsed field ablation: a proof-of-concept preclinical evaluation [J]. *Europace*, 2020, 22(3): 434-439.
- [30] Siontis KC, Killu AM. Silent and non-silent thromboembolic events after ventricular tachycardia ablation: modifiable risk with postprocedure anticoagulation? [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019, 30(8): 1197-1199.
- [31] Perucki WH, Smietana JJ, Cronin EM, et al. Does anticoagulation belie the emboli? [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2022, 8(2): 258-259.
- [32] Vissing CR, Axelsson Raja A, Day SM, et al. Cardiac remodeling in subclinical hypertrophic cardiomyopathy: the VANISH randomized clinical trial [J]. *JAMA Cardiol*, 2023, 8(11): 1083-1088.
- [33] Cuculich PS, Schill MR, Kashani R, et al. Noninvasive cardiac radiation for ablation of ventricular tachycardia [J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(24): 2325-2336.

收稿日期: 2023-12-25