

消融指数指导下高功率短时程消融对房颤射频导管消融术后食管损伤的研究进展

孙建英¹ 魏飞宇^{1,2} 范洁^{1,2}

(1. 昆明理工大学医学院, 云南 昆明 650100; 2. 云南省第一人民医院心血管内科, 云南 昆明 650100)

【摘要】 射频导管消融是心力衰竭合并房颤及症状性房颤的首选治疗方案, 环肺静脉隔离是房颤导管消融治疗的基石。解剖位置上食管毗邻左心房后壁, 因此, 左心房后壁消融时有发生食管损伤的风险, 严重时会引起致命性的心房食管瘘。如何降低房颤消融术后食管损伤的发生率已成为目前临床关注的重要问题。现总结国内外关于消融指数指导下高功率短时程与低功率长时程消融对房颤射频消融中食管损伤的差异, 为减少房颤导管消融食管损伤提供依据。

【关键词】 房颤; 射频导管消融; 食管损伤; 消融指数; 高功率短时程消融

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2023.05.012

High-Power Short-Duration Ablation Guided by Ablation Index for Esophageal Injury After Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation

SUN Jianying¹, WEI Feiyu^{1,2}, FAN Jie^{1,2}

(1. School of Medicine, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650100, Yunnan, China; 2. Department of Cardiology, The First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming 650100, Yunnan, China)

【Abstract】 Radiofrequency catheter ablation is the preferred treatment for heart failure complicated with atrial fibrillation and symptomatic atrial fibrillation. Circumferential pulmonary vein isolation is the cornerstone of catheter ablation for atrial fibrillation. Due to the anatomical location of the esophagus was adjacent to the posterior wall of the left atrium, ablation of the posterior wall of the left atrium is associated with the risk of esophageal injury and, in severe cases, developed into fatal atrio-esophageal fistula. How to reduce the incidence of esophageal injury after atrial fibrillation ablation has become an important clinical concern. This review summarized the differences between high-power short-duration ablation and low-power long-duration ablation guided by ablation index on esophageal injury in atrial fibrillation radiofrequency ablation, providing evidence for reducing the incidence of esophageal injury in atrial fibrillation radiofrequency ablation.

【Key words】 Atrial fibrillation; Radiofrequency catheter ablation; Esophageal injury; Ablation index; High-power short-duration ablation

射频导管消融 (radiofrequency catheter ablation, RFCA) 是房颤患者转复窦性心律的重要治疗手段之一。环肺静脉隔离 (circumferential pulmonary vein isolation, CPVI) 是 RFCA 的基石^[1-2], 形成连续、透壁且永久的心房肌损伤是 CPVI 成功的关键。CPVI 必然经过左心房后壁, 解剖上食管与左心房毗邻, 在左心房后壁消融时, 热能向深部组织扩散可引起食管损伤, 严重时可进展为心房食管瘘 (atrio-esophageal fistula, AEF)。AEF 是房颤消融的严重并发症之一, 其死亡率为 79%^[3-4]。因此, 探究如何减少食管损伤发生, 又能保证心房肌形成透壁损伤是目前心脏电生理学家关注的热点。消融指数 (ablation index, AI) 的出现使得消融损伤程度有了精确的量化评价指标, 基于 AI 的理

念, 近年来为了提高消融病灶损伤的透壁性、减少消融时间, 提出使用高功率短时程 (high-power short-duration, HPSD) 消融策略进行 CPVI^[3]。有研究^[5]显示 AI 指导的 HPSD 消融可提高 CPVI 成功率, 提高 RFCA 的中远期成功率, 减少消融相关并发症的发生。现就 AI 指导下 HPSD 消融对房颤 RFCA 术后食管损伤的发生进行综述。

1 房颤 RFCA 术后食管损伤研究现状

1.1 房颤 RFCA 术后食管损伤的发生率

房颤是目前最常见的快速性心律失常之一。2020 年 ESC 房颤管理指南将 RFCA 推荐为房颤节律控制的一线治疗方案^[6]。随着 RFCA 技术的发展, 房颤人群中选择接受 RFCA 治疗的数量逐年增加, 消融相关

并发症备受关注。食管损伤是房颤 RFCA 术后常见的一种并发症,包括食管黏膜红斑、糜烂、溃疡以及食管蠕动减弱。其中,黏膜红斑、糜烂是食管损伤的常见类型。

目前食管不同损伤类型的具体发病率尚不确定。国内外报道的房颤 RFCA 术后食管损伤的发生率为 2%~48%^[7-8],这种差异可能与各中心采取的消融策略及消融经验等因素相关。Yarlagadda 等^[9]开展了一项回顾性研究,结果表明在所有纳入分析的 4 473 例患者中,有 3 921 例在术后 1 周内进行了上消化道内镜检查,有 570 例患者存在食管病变,食管损伤发生率为 15%。其中,食管红斑占 36%,浅表溃疡占 39%,深层溃疡占 25%,5 例食管穿孔不穿通心房,1 例形成 AEF。食管损伤是房颤 RFCA 的常见并发症,严重时可进展为 AEF。有文献^[34,10]报道,AEF 的发生率为 0.01%~0.25%。Barbhaiya 等^[11]开展了一项全球多中心的临床研究,该研究向 Heart Rhythm Society 的 3 080 位注册医生以及所有进行房颤 RFCA 术的医生分发了一项在线调查,共收集了 191 215 例房颤 RFCA 后发生食管损伤的患者,其中,食管穿孔发生率为 0.016%,AEF 的发生率为 0.011%。马长生教授团队^[12]分析了中国 11 家心脏中心 2010—2019 年行房颤 RFCA 的 44 794 例患者,结果发现,有 0.035% 的患者发生了 AEF,其中 75% 的患者最终死亡。有报道称,AEF 约占房颤 RFCA 死亡原因的 16%^[13],是房颤 RFCA 的第二大死亡原因,且由于 AEF 的临床表现出现较晚,缺乏临床早期特征和早期诊断方法,其发生率可能被低估。

1.2 房颤 RFCA 术后食管损伤的解剖基础

左心房与食管的毗邻关系是房颤 CPVI 术后发生食管损伤的解剖基础。Zellerhoff 等^[14]的研究发现,食管中段前壁紧靠左心房后壁,食管与左心房后壁的平均垂直接触长度为 (4.4 ± 1.5) cm,食管前壁与左心房心内膜的平均距离为 (2.6 ± 0.8) mm,食管和下肺静脉之间的最短距离 < 4 mm,在此部位进行消融时,将有很高的食管灼伤风险^[15]。食管与左心房后壁之间有一薄层脂肪组织,这层脂肪组织有一定的隔热作用,这对 RFCA 术后发生食管损伤有一定的保护作用。但这层脂肪组织大多是不连续的,脂肪组织缺损绝大部分位于左心房后壁中部水平与上、下肺静脉之间^[16]。研究表明,通过术前用计算机改进的图像分析左心房后壁食管路径的主要类型,并分析其与左心房后壁消融线的关系,结果显示不管食管位置如何,左心房后壁消融线不可避免会穿过食管位置。因此,在此部位进行线性消融时,应十分谨慎。

1.3 房颤 RFCA 术后食管损伤的发生机制

房颤消融的组织学原理主要为心房肌肉组织的损伤,从而导致细胞坏死和凋亡,2~3 个月后消融损伤部位的心房组织被脂肪和纤维等间叶组织取代,以达到治疗房颤的目的。RFCA 造成的心房肌损伤可分为两个阶段:阻抗热损伤和传导热损伤。射频消融导管加热电极在与心肌组织接触部位可产生特定的阻抗,导致加热电极周围浅表的心肌组织损伤,称为阻抗热损伤;当浅表的热能向更深层的组织传导,造成深部组织损伤时,称为热传导损伤。房颤消融的消融终点是形成心房的连续透壁损伤,为了达到这个目标,临床上先后出现了多种新的消融策略,如增加消融导管的功率,在放电瞬间加热心房肌全层;增加消融时长,通过热传导致深层心房肌损伤,使心房肌达到透壁损伤。但阻抗热和传导热的增加可能导致心房毗邻组织(如食管和肺)的损伤。因此,如何在保证心房透壁损伤的同时减少毗邻组织损伤是房颤消融进展中的难点。

2 临床上减少房颤 RFCA 术后食管损伤的研究现状

临床上先后出现了多种方法来减少房颤 RFCA 相关食管损伤的发生,如术前提前标记食管位置、术中持续监测食管内温度、控制消融能量和消融时间、控制消融导管压力、改变后壁消融径线、食管牵拉位移、引入 AI 指导的高功率消融等。其中,术中持续食管内温度监测和采用 AI 指导的高功率消融是目前减少食管损伤的研究热点。

有文献^[7]报道,房颤 RFCA 期间食管损伤的发生与食管内温度升高有关。Halm 等^[8]针对这一问题开展了临床研究,结果显示,食管损伤组与无食管损伤组患者相比,食管内最大温度有统计学差异 $[(42.6 \pm 1.7)^\circ\text{C} \text{ vs } (41.4 \pm 1.7)^\circ\text{C}]$,且当食管内温度 $< 41^\circ\text{C}$ 时无食管损伤发生。既往研究^[17-18]表明,房颤 RFCA 术中进行食管温度监测有助于降低食管损伤的发生。2017 年房颤导管消融专家共识^[19]指出,在 RFCA 过程中使用食管温度探头进行食管内温度监测可减少 RFCA 术后食管损伤的发生,并建议当食管腔内温度较基线温度升高 $1 \sim 2^\circ\text{C}$ 或腔内温度达到 $39 \sim 40^\circ\text{C}$ 时应停止消融。然而,这一方法具有一定局限性,主要包括:(1)消融期间难以持续保持温度探头和食管壁的最佳接触;(2)食管腔内温度不能直接反映食管壁内热损伤的情况;(3)温度监测装置限制了食管的移动,而这一潜在的位移可保护食管在房颤消融时不易被损伤^[20-21];(4)进行持续温度监测时患者需全身麻醉,全身麻醉时患者食管的动力降低、黏液分泌减少,导致消融期间热量无法及时播散而损伤食管^[22-23];(5)无法评估温度监测器

置入是否会对食管造成一定的损伤。

3 HPSD 消融策略的提出

目前普遍接受的观点为:使用较低的消融能量作用于左心房后壁或减少消融时长能降低食管损伤的发生率。2017 年房颤导管消融与外科消融专家共识^[24]提出使用较低的消融能量(≤ 25 W)、缩短消融时间(≤ 20 s)和/或降低接触压力(≤ 10 g)可减少食管损伤的发生率。但这种方法可能会潜在地增加手术总时长和影响 CPVI 单圈隔离率。HPSD 消融是近年来房颤消融的研究热点。高功率消融近年来在房颤消融中被广泛应用,但仍缺乏大样本证据,各研究对于高功率的参数设置各有不同,目前普遍接受的高功率定义为 ≥ 40 W 的功率。HPSD 消融通过增加阻抗热、减少传导热进行消融,使用这种设置可在电阻加热阶段实现均匀的跨壁损伤,通过缩短热传导时间减少邻近组织损伤,尤其是食管损伤,国内外已有多个研究^[25-26]证实了 HPSD 消融在房颤消融中的有效性和安全性。

HPSD 消融主要是利用阻抗热而非传导热,其消融灶更均匀,消融面积和消融深度更可控,有利于形成更宽且连续性更好的消融灶^[27],这一特点使得 HPSD 消融既能提高肺静脉隔离率,又能减少消融相关食管损伤的发生。目前关于 HPSD 消融对食管的影响报道不一。有文献^[28]报道,与传统低功率消融相比,HPSD 消融能显著减少消融时间和手术透视次数,具有更高的首次隔离率,且不增加食管内温度,从而减少食管损伤的发生。为探究 HPSD 消融的安全性,韩国进行了一项前瞻性研究^[29],结果显示,亚洲人群使用高功率消融(50 W)食管损伤的发生率非常低,约为 1.3%。Winkle 等^[30]开展了一项临床研究,证实了 HPSD 消融的安全性。研究显示,与传统低功率消融相比,HPSD 消融的食管损伤发生率更低(0.008 7% vs 0.12%)。Park 等^[31]的研究结果也侧面证实了这一点。许轶洲等^[32]在 Medline、PubMed、Embase、the Cochrane Library 和 Elsevier's ScienceDirect databases 检索了发表于 2020 年 9 月之前关于 HPSD 消融对食管损伤的研究,共纳入 2 467 例患者进行最终分析,结果表明,HPSD 消融与传统低功率消融的食管损伤发生率相似,但 HPSD 消融组可降低轻度食管损伤的发生率。然而,仍有文献报道 HPSD 消融可能增加食管损伤的发生率。有学者认为,高功率消融本身并不能消除左心房外附加结构损伤的风险。

4 AI 指导下 HPSD 消融食管损伤发生的研究现状

提高肺静脉永久隔离率是房颤消融成功的关键,而消融损伤的足够深度是肺静脉永久隔离的重要保

障。既往房颤导管消融主要根据导管的贴靠压力,设定消融功率和时间,缺乏量化指标来评估消融损伤深度,手术成功率相差较大,与术者的经验密切相关。随着房颤量化消融技术的发展,出现了通过数学模型组合导管贴靠压力、消融时间、消融功率的 AI, AI 可较准确地预测导管消融的损伤深度^[33],误差在 ± 1 mm 以内。有研究^[34-35]证实, AI 指导下进行房颤消融在缩短手术时间、减少并发症、提高肺静脉的单圈隔离率及消融成功率方面具有明显优势,且不降低安全性。有学者提出,将 AI 与 HPSD 消融相结合进行房颤消融,使消融损伤程度更加可控,从而有效地避免组织过热,使 HPSD 消融的普及成为可能。

既往研究表明, AI 指导下消融灶的大小和形态随功率设置的不同而变化,与低功率长时程消融相比, HPSD 消融能形成宽而浅的消融灶^[36],能显著减少心房深部及邻近组织损伤,提高消融安全性^[37]。Müller 等^[38]的研究表明, AI 指导下的高功率(50 W)消融食管损伤的发生率相对较低,约为 6%。Chen 等^[39]的研究结果表明这一发生率更低,约为 2%。Kaneshiro 等^[40]的研究显示, HPSD 消融与传统低功率消融在食管病变的发生率方面无显著差异,但 HPSD 消融的食管病变主要表现为蠕动减弱和浅表损伤。为探究 AI 指导下 HPSD 消融对食管内温度的影响和食管损伤的程度, Yavin 等^[41]开展了一项临床研究。结果表明, HPSD 消融与传统消融对食管温度的影响无显著差异,二者对食管损伤的深度和宽度也无显著差异。为进一步研究 AI 指导下 HPSD 消融的安全性和有效性, 刘铮等^[42]开展了一项前瞻性临床研究,共纳入 134 例患者,随机分成高功率组和低功率组,结果表明两组患者均未出现食管损伤及 AEF。其中, HPSD 消融组患者的复发率显著低于低功率组。苗旺等^[43]和陈少杰等^[44]做了进一步临床研究,结果表明, AI 指导下 HPSD 消融较低功率消融在缩短手术时间和消融时间、降低手术并发症方面具有显著优势,且具有同等的手术成功率及更少的手术复发率。一项前瞻性临床随机对照研究^[45]表明, AI 值相同时,增加消融功率可显著提高阵发性房颤的消融效率,减少中远期复发率,但在左心房后壁进行消融时 AI 值设置过高(>460)或接触力过大(>30 g),可增加食管病变的风险。

5 小结

HPSD 消融较传统低功率长时程消融有很多优势。如 HPSD 消融可增强阻抗热使消融灶宽度增加,同时可避免传统低功率长时程消融对于贴靠度和稳定性的挑战。此外,还有降低传导热使消融灶深度减

少的优势,可在保证消融灶的透壁性和连续性的同时减少左心房后壁毗邻组织的损伤。虽然目前已有大量的临床研究证明了 HPSD 消融的安全性和有效性,但绝大多数属于观察性研究,缺乏大量的随机对照研究进一步验证。由于 HPSD 消融的安全界限较窄,HPSD 消融是否能减少食管损伤存在一定争议,使用 AI 指导消融可能是解决 HPSD 消融安全界线较窄的有效方法,但仍需更多的临床研究加以证明。

参 考 文 献

- [1] 中华医学会心电生理和起搏分会,中国医师协会心律学专业委员会,中国房颤中心联盟心房颤动防治专家工作委员会. 心房颤动:目前的认识和治疗建议(2021)[J]. 中华心律失常学杂志,2022,26(1):15-88.
- [2] Calkins H, Kuck KH, Cappato R, et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design[J]. Europace, 2012, 14(4):528-606.
- [3] Barbhaiya CR, Kumar S, Guo Y, et al. Global survey of esophageal injury in atrial fibrillation ablation: characteristics and outcomes of esophageal perforation and fistula[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2016, 2(2):143-150.
- [4] Garg L, Garg J, Gupta N, et al. Gastrointestinal complications associated with catheter ablation for atrial fibrillation[J]. Int J Cardiol, 2016, 224:424-430.
- [5] Kautzner J, Neuzil P, Lambert H, et al. EFFICAS II: optimization of catheter contact force improves outcome of pulmonary vein isolation for paroxysmal atrial fibrillation[J]. Europace, 2015, 17(8):1229-1235.
- [6] Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): the task force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC[J]. Eur Heart J, 2021, 42(5):373-498.
- [7] Contreras-Valdes FM, Heist EK, Danik SB, et al. Severity of esophageal injury predicts time to healing after radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation[J]. Heart Rhythm, 2011, 8(12):1862-1868.
- [8] Halm U, Gaspar T, Zachäus M, et al. Thermal esophageal lesions after radiofrequency catheter ablation of left atrial arrhythmias[J]. Am J Gastroenterol, 2010, 105(3):551-556.
- [9] Yarlagadda B, Deneke T, Turagam M, et al. Temporal relationships between esophageal injury type and progression in patients undergoing atrial fibrillation catheter ablation[J]. Heart Rhythm, 2019, 16(2):204-212.
- [10] Kapur S, Barbhaiya C, Deneke T, et al. Esophageal injury and atrioesophageal fistula caused by ablation for atrial fibrillation[J]. Circulation, 2017, 136(13):1247-1255.
- [11] Barbhaiya CR, Kumar S, John RM, et al. Global survey of esophageal and gastric injury in atrial fibrillation ablation: incidence, time to presentation, and outcomes[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(13):1377-1378.
- [12] Li CY, Li SN, Jiang CY, et al. Atrioesophageal fistula post atrial fibrillation ablation: a multicenter study from China[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2020, 43(7):627-632.
- [13] Zhang X, Kuang X, Gao X, et al. RESCUE-AF in patients undergoing atrial fibrillation ablation: the RESCUE-AF trial[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2019, 12(5):e007044.
- [14] Zellerhoff S, Ullrich H, Lenze F, et al. Damage to the esophagus after atrial fibrillation ablation: just the tip of the iceberg? High prevalence of mediastinal changes diagnosed by endosonography[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2010, 3(2):155-159.
- [15] Tsao HM, Wu MH, Higa S, et al. Anatomic relationship of the esophagus and left atrium: implication for catheter ablation of atrial fibrillation[J]. Chest, 2005, 128(4):2581-2587.
- [16] Lemola K, Sneider M, Desjardins B, et al. Computed tomographic analysis of the anatomy of the left atrium and the esophagus: implications for left atrial catheter ablation[J]. Circulation, 2004, 110(24):3655-3660.
- [17] Leite LR, Santos SN, Maia H, et al. Luminal esophageal temperature monitoring with a deflectable esophageal temperature probe and intracardiac echocardiography may reduce esophageal injury during atrial fibrillation ablation procedures: results of a pilot study[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2011, 4(2):149-156.
- [18] Kiuchi K, Okajima K, Shimane A, et al. Impact of esophageal temperature monitoring guided atrial fibrillation ablation on preventing asymptomatic excessive transmural injury[J]. J Arrhythm, 2016, 32(1):36-41.
- [19] Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation[J]. Europace, 2018, 20(1):e1-e160.
- [20] Marar D, Muthusamy V, Krishnan SC. Avoiding oesophageal injury during cardiac ablation: insights gained from mediastinal anatomy[J]. Europace, 2018, 20(3):466-471.
- [21] Parikh V, Swarup V, Hantla J, et al. Feasibility, safety, and efficacy of a novel preshaped nitinol esophageal deviator to successfully deflect the esophagus and ablate left atrium without esophageal temperature rise during atrial fibrillation ablation: the DEFLECT GUT study[J]. Heart Rhythm, 2018, 15(9):1321-1327.
- [22] Martinek M, Bencsik G, Aichinger J, et al. Esophageal damage during radiofrequency ablation of atrial fibrillation: impact of energy settings, lesion sets, and esophageal visualization[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2009, 20(7):726-733.
- [23] di Biase L, Saenz LC, Burkhardt DJ, et al. Esophageal capsule endoscopy after radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation: documented higher risk of luminal esophageal damage with general anesthesia as compared with conscious sedation[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2009, 2(2):108-112.
- [24] Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation[J]. Heart Rhythm, 2017, 14(10):e275-e444.
- [25] Castrejón-Castrejón S, Martínez Cossiani M, Ortega Molina M, et al. Feasibility and safety of pulmonary vein isolation by high-power short-duration radiofrequency application: short-term results of the POWER-FAST PILOT study[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2020, 57(1):57-65.
- [26] Chen S, Schmidt B, Seeger A, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation using ablation index-guided high power(50 W) for pulmonary vein isolation with or without esophageal temperature probe(the AI-HP ESO II)[J]. Heart Rhythm, 2020, 17(11):1833-1840.
- [27] Barkagan M, Contreras-Valdes FM, Leshem E, et al. High-power and short-duration ablation for pulmonary vein isolation: safety, efficacy, and long-term durability[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2018, 29(9):1287-1296.
- [28] Vassallo F, Meigre LL, Serpa E, et al. Reduced esophageal heating in high-power short-duration atrial fibrillation ablation in the contact force catheter era[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2021, 44(7):1185-1192.
- [29] Do U, Kim J, Kim M, et al. Esophageal thermal injury after catheter ablation for atrial fibrillation with high-power(50 Watts) radiofrequency energy[J]. Korean Circ J, 2021, 51(2):143-153.
- [30] Winkle RA, Mohanty S, Patrawala RA, et al. Low complication rates using high power(45-50 W) for short duration for atrial fibrillation ablations[J]. Heart

- Rhythm, 2019, 16(2):165-169.
- [31] Park JW, Yang SY, Kim M, et al. Efficacy and safety of high-power short-duration radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:709585.
- [32] Chen CF, Wu J, Jin CL, et al. Comparison of high-power short-duration and low-power long-duration radiofrequency ablation for treating atrial fibrillation: systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Cardiol*, 2020, 43(12):1631-1640.
- [33] Das M, Loveday JJ, Wynn GJ, et al. Ablation index, a novel marker of ablation lesion quality: prediction of pulmonary vein reconnection at repeat electrophysiology study and regional differences in target values [J]. *Europace*, 2017, 19(5):775-783.
- [34] Casella M, Dello Russo A, Riva S, et al. An ablation index operator-independent approach to improve efficacy in atrial fibrillation ablation at 24-month follow-up: a single center experience [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2020, 57(2):241-249.
- [35] Kiliszek M, Krzyzanowski K, Wierzbowski R, et al. The value of the ablation index in patients undergoing ablation for atrial fibrillation [J]. *Kardiologia Pol*, 2020, 78(10):1015-1019.
- [36] Lozano Granero C, Franco E, Matía Francés R, et al. Impact of power and contact force on index-guided radiofrequency lesions in an ex vivo porcine heart model [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2022, 63(3):687-697.
- [37] Whitaker J, Fish J, Harrison J, et al. Lesion index-guided ablation facilitates continuous, transmural, and durable lesions in a porcine recovery model [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2018, 11(4):e005892.
- [38] Müller J, Berkovitz A, Halbfass P, et al. Acute oesophageal safety of high-power short duration with 50 W for atrial fibrillation ablation [J]. *Europace*, 2022, 24(6):928-937.
- [39] Chen S, Schmidt B, Bordignon S, et al. Ablation index-guided 50 W ablation for pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation: procedural data, lesion analysis, and initial results from the FAFA AI High Power Study [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019, 30(12):2724-2731.
- [40] Kaneshiro T, Kamioka M, Hijioka N, et al. Characteristics of esophageal injury in ablation of atrial fibrillation using a high-power short-duration setting [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2020, 13(10):e008602.
- [41] Yavin HD, Bubar ZP, Higuchi K, et al. Impact of high-power short-duration radiofrequency ablation on esophageal temperature dynamic [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2021, 14(11):e010205.
- [42] Liu Z, Liu LF, Liu XQ, et al. Ablation index-guided ablation with milder targets for atrial fibrillation: comparison between high power and low power ablation [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:949918.
- [43] 苗旺, 张楠, 郭敏, 等. 消融指数指导下高功率消融在老年心房颤动患者中的应用效果 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2022, 24(2):151-154.
- [44] Chen S, Schmidt B, Bordignon S, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation using ablation index-guided high-power technique: Frankfurt AI high-power 15-month follow-up [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2021, 32(3):616-624.
- [45] Wielandts JY, Kyriakopoulou M, Almorad A, et al. Prospective randomized evaluation of high power during CLOSE-guided pulmonary vein isolation: the POWER-AF study [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2021, 14(1):e009112.

收稿日期:2022-09-07

《心血管病学进展》对来稿中表格制作的要求

表格可用全线表、省线表(包括三线表)和无线表。表格应是完整的、可独立存在的形象化语言,表格的内容应简洁直观,以数字表达为主,避免与文字表述过于重复,同时表格应具有自明性。

1. 表格的组成:(1)表序和表题:表序即表格的序号,一篇论文中如只有一个表格则表序编为表1,有两个及以上的表格,应按先后标出表的序号。序号用阿拉伯数字表示,置于表的上方。表题应准确得体、简洁精练,中间不用标点,末尾不加句号。(2)表头:对表格各行和各列单元格内容进行概括和提示的栏目,反映了表身中该栏信息的特征或属性。(3)表身:表头之外的单元格总体,是表格的主体,表身中单元格内的数值不宜带单位;表身中如果一个单元格内包含两个数据,其中一个数据应用括号,同时需要在表头或标注中说明;表身中单元格内可使用空白或一字线“—”填充,如果需要区别数据“不适用”和“无法获得”,前者可采用空白单元格,后者可采用一字线,并在正文或标注中说明这种区别。(4)表注:必要时,应将表中的符号、标记、代码,以及需要说明的事项,以最简练的文字,横排于表身下。

2. 表格制作的要求:(1)主谓清楚:表的横表头为主语,指表中所要说明的对象;纵表头为谓语,表示对主语的说明,读表的顺序为:主语→谓语→数据。特殊情况时,主、谓语可以换位,但换位后的主谓语的性质不变。作者在设计表格时,应力求科学、准确、一目了然。一个好的表格应具有语言学上的逻辑性,即主谓清楚、层次分明、标目合理。(2)数字准确:表格内的数字应准确无误,一律用阿拉伯数字,上下个位数对齐,数字中如有“±”或“~”号,则以其为中心对齐。表内不宜用“同上”“同左”“同类”词,须填入具体的数字或文字。(3)表格内的单位:表头中量和单位的标注形式应为“量的名称或符号/单位符号”;表格中涉及的单位全部相同时,宜在表的右上方统一标注。(4)表格中的统计学符号:论文中的显著性检验,只在表下注释 *P* 值是不够的,应将检验方法、计算结果及 *P* 值均列出,以便读者进一步了解实际差异的大小。