

·综述 General review·

心房颤动患者射频消融术中心脏压塞的防治研究进展

卫彬彬, 程应樟, 章际云, 钟雯

【摘要】目前射频消融术已取代药物治疗成为房颤患者的一线治疗方案,术中发生心脏压塞为患者最常见的致命性并发症,且该恶性事件的绝对数量随手术的广泛开展而不断增多。临床对心脏压塞的充分认识和及时处理意义重大,本文就此并发症的诊断、抢救治疗流程、预后及预防策略等方面作出综述。

【关键词】心房颤动;射频消融术;心脏压塞;研究进展

中图分类号:R541.75 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-03-0325-05

Research progress in the prevention and treatment of cardiac tamponade during radiofrequency ablation in patients with atrial fibrillation WEI Binbin, CHENG Yingzhang, ZHANG Jiyun, ZHONG Wen. Department of Cardiovascular Medicine, Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, Jiangxi Province 330006, China

Corresponding author: ZHONG Wen, E-mail: 2309487@qq.com

【Abstract】At present, radiofrequency ablation (RFA) has already replaced medication therapy and become the first-line treatment option for patients with atrial fibrillation. Intraoperative cardiac tamponade is the most commonly-seen fatal complication, and, unfortunately, the absolute number of this pernicious event is increasing with the extensive use of RFA. Therefore, the full understanding of cardiac tamponade and timely management of cardiac tamponade are of great significance in clinical practice. This article reviews the diagnosis, rescue and treatment process, prognosis and prevention strategies of this complication. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 325-329)

【Key words】atrial fibrillation; radiofrequency ablation; cardiac tamponade; research progress

心脏压塞(cardiac tamponade, CT)或称心包填塞,是心包积液积聚导致心包腔内压力增加进而使心脏受压进展至代偿机制失败、血流动力学严重受影响的状态。通常将发生在术后 48h 内的 CT 称为急性 CT,超过 48h 发生则称为亚急性或迟发性 CT^[1]。急性 CT 是房颤(atrial fibrillation, AF)射频消融术(radiofrequency ablation, RFA)最常见的致命性并发症,发生率为 0.2%~6%不等^[2]。有效防治 CT 对保障患者手术安全极具价值,但目前国内外鲜见相关专题指南。

1 心脏压塞诊断

CT 发生时患者表现出心脏舒张充盈受限、每搏输出量降低的系列临床综合征,如血压降低、心率增快/降低、呼吸困难、躁动/意识丧失等,即症状多

样而不典型。有研究^[3]指出,在多样复杂的 CT 症状中生命体征及意识状态改变往往是首发症状。孙鸣宇等^[4]纳入了其医疗中心连续 18 年间 12 959 例心律失常 RFA 患者为研究对象,回顾性分析了术中并发 CT 患者($n=29$)的临床特点,结果表明患者发生 CT 时首诊依据并不一致,仅依赖生命体征及意识状态的观察易将 CT 误诊为迷走神经反射、药物过敏等,贻误最佳防治时机甚至致命。研究^[5]证实,左前斜位透视可敏感捕捉心影增大、搏动变弱或消失、心影内出现半环状透亮带等心包积液的特征性早期征象,是观察患者病情的重要补充,且 X 线透视简便易行。然而当心包积液量少而增长缓慢时, X 线透视可缺失特征性表现,而超声心动图对心包积液高度敏感,且因其兼具快速、无害、易于使用等优点一直为该类游戏诊断的金标准^[6]。其中心腔内超

声心动图 (intracardiac echocardiography, ICE) 导管可放置在患者心室以实时监测心包, 在检测术中 CT 方面更优于 X 线透视和一般超声心动图, 最大限度地提高了复杂介入手术的安全性和有效性^[7]。此外, 奇脉、脉压减小、颈静脉怒张等体征也可提示心包疾病。

对 CT 患者及早做出诊断是实施抢救和决定患者预后的关键前提, 因此术中一旦发现可疑症状体征变化均应首先怀疑 CT, 同时根据现有设备条件合理选择一种或多种影像学检查方法以快速确诊和施救。

2 抢救治疗流程

根据现有国内外研究报道, 可将 CT 的抢救流程归为 5 个步骤: 快速诊断、心包穿刺与引流、自体血液回输、拮抗抗凝、外科开胸与输血。

2.1 诊断与引流

CT 延迟诊断可能是致命的^[8], 电生理导管室配备便携式超声诊断仪及 CT 急救用物箱可减少诊断与穿刺耗时。关于心包穿刺与引流, 部分研究^[3,9]认为, 确认诊断后应立即将心包积液尽快完全引流出心包, 以降低心包腔内的压力。而黄俊等^[10]则认为, 确认诊断后应立即加强静脉补液、应用升压药物, 当血压难以维持时即行心包穿刺。

2.2 自体血液回输

自体血液回输是指使用简单的注射器将过滤后的血液通过现有的股静脉通路重新注回患者体内, 以提高有效循环血量、保持血流动力学稳定, 为患者争取更多的外科手术准备时间^[7]。但该项操作可能会引起全身炎症、血栓等并发症, 且回输血严重损失凝血因子和血小板, 回输量超过 1 500 mL 可致消耗性凝血功能障碍以引发更严重的出血^[11], 因此在回输时机上存有争议: 有学者^[12]不建议 CT 时常规回输自体血液; 有学者^[9]指出一旦心包穿刺成功后应立即将抽出的不凝血回输入患者体内; 也有学者^[13]则认为, 当从心包腔抽出血量 ≥ 200 mL 时即进行血液回输; 还有研究^[4]就自体血液回输的风险规避进行了探索, 建议在进行本项操作时采取及时监测凝血指数、补充新鲜冰冻血浆及凝血因子、常规应用抗生素、回输血量不超过 500 mL 等措施。

2.3 拮抗抗凝

有研究^[14]指出 CT 发生后要即刻停用肝素, 并根据活化全血凝固时间予鱼精蛋白中和过量肝素以减少出血, 同时利用形成的局部血栓堵塞穿孔部

位以进一步止血, 最终消除 CT。但鱼精蛋白的使用也存在风险, 有研究^[7]追溯了其治疗中心连续 4 年间 12 例房颤 RFA 中并发 CT 患者的手术细节, 其中 5 例患者因使用鱼精蛋白后出现大量血凝块无法排出而被送往手术室急诊开胸。这提示在使用鱼精蛋白时要注意防范血栓引发的严重后果, 如采用心包腔内先注射肝素生理盐水中和鱼精蛋白, 再吸出积液、用管腔更大的猪尾导管以供大量血块排出等方法。对于使用达比加群酯及利伐沙班或阿哌沙班抗凝的患者, 指南^[15]推荐分别使用“idarucizumab”“andexanet alfa”逆转危及生命的大出血。但目前关于新型口服抗凝药逆转剂的研究仍然较少, 且多为回顾性, 其安全性和有效性有待更广泛深刻的探索。

2.4 外科开胸与输血

目前研究^[4,14]多认同, 当心包穿刺引流及自体血液回输等保守处理仍无法逆转血流动力学恶化及持续出血时, 应行急诊外科开胸手术, 但从保守治疗转向开胸治疗的时机选择是经验性的: 有研究^[16]称当心包积血量超出 1 000 mL 且血压进行性下降时, 应行急诊外科开胸修补术; 有研究者^[17]则建议当心包穿刺首小时引流量超过 1 000 mL 或观察 1 h 后加速出血时行急诊手术。急诊开胸探查手术是挽救患者生命的关键, 但同时意味着病情危重, 外科手术修补同时需紧急输血, 国外有研究^[17]对此作出经验总结: 若心包穿刺抽液第 1 小时出血量 $< 1 000$ mL 时, 应评估第 2 个小时出血情况, 无加速出血则保守治疗, 加速则输注新鲜冷冻血浆、冷沉淀、纤维蛋白原并急诊手术; 若第 1 小时出血量 $\geq 1 000$ mL 时, 立即输注悬浮红细胞和血小板并急诊手术; 若前 30 min 出血量 $\geq 1 500$ mL 时, 立即输注悬浮红细胞、血小板、新鲜冷冻血浆、冷沉淀及纤维蛋白原并立即外科手术干预。

3 预后

术中 CT 致死在房颤 RFA 患者围术期所有死因占比中高达 25%^[8], 均发生在术后数天。CT 虽为致命性并发症, 但绝大多数患者若得到及时诊断与处理仍可转危为安^[5,18]。此外, 患者预后与手术操作器械、穿孔部位、穿孔结构内的压力、血流动力学状态及凝血功能有关, 其中穿孔结构内的压力是心包积液进展及严重程度的主要决定因素, 故而较右心房压力更高的左心房穿孔后果更严重^[11]。血流动力学状态主要取决于心包积液产生的速度, 由于心包的弹力有限, 心包积液快速积聚 150 mL 便可引起

急性循环衰竭进而致命,而心包积液缓慢增长下使心包容量伸展和代偿机制赢得被激活时间,此时积液达 300 mL 也可能无典型症状,甚至超出 2 000 mL 也可能并不危及生命^[11]。此外,Imazio 等^[18]指出慢性心力衰竭和左室收缩功能不全是 CT 患者死亡的高危因素。有学者^[19]对其医疗中心连续 10 年间电生理手术($n=19\ 997$)术中发生 CT 的存活患者($n=60$)进行了长期随访(中位数 6.2 年),发现患者仅有脑血管事件及心包炎的发生风险于术后前期较高,但严重心血管事件及死亡的风险并不增加,即 CT 存活患者长期预后良好。

4 心脏压塞的预防

目前常规房颤 RFA 的关键步骤为 X 线下指导的冠状静脉窦电极导管放置、房间隔穿刺、左心房和肺静脉造影及三维电解剖标测指导下的导管消融,CT 主要发生在房间隔穿刺及导管消融环节。

4.1 借助影像学技术

4.1.1 X 线透视系统 有报道^[20]称,房颤 RFA 中因房间隔穿刺所致的 CT 占比高达 22.9%,多与房间隔穿刺时位置偏移或误穿以致心脏机械性损伤有关。研究^[2]指出“左前斜”40°投影可评估房间隔穿刺部位的高度,“右前斜”30°投影可显示卵圆窝的前方或后方被穿刺的距离,利用好这两个 X 线透视投影角度有助于成功进行房间隔穿刺而避免并发症的发生。此外,将左心房与肺静脉影像嵌入到实时的 X 线透视系统中可助术者掌握标测及消融导管与左心房、肺静脉的空间毗邻关系,有效避免导管与心房壁、肺静脉、左心耳接触的张力过大,从而避免心脏穿孔^[21]。这提示充分利用 X 线透视技术有望进一步保障房颤 RFA 的安全进行。

4.1.2 超声心动图 传统 X 线无法直视卵圆窝及房间隔具体解剖位置,如遇解剖结构异常或忌用造影剂时,均可在 ICE 直视下实时引导房间隔穿刺^[22]。有学者^[20]指出房间隔穿刺在常规 X 线透视和压力监测下的成功穿刺率超过 90%,而结合超声心动图可使其成功率达 100%。此外,消融过程中 ICE 可以实时动态监控心包腔状态,及早发现并处理心包积液,避免进展至 CT^[22]。Friedman 等^[23]学者构建的房颤导管消融术心脏穿孔预测评分系统中显示,不使用 ICE 为主要不利因素之一。日本学者^[24]对其国内连续 6 年间共计 5 804 例导管消融术进行了回顾性分析,结果发现采用 ICE 较不采用 ICE 辅助消融明显降低了 CT 的发生(0.26% vs 1.1%)。ICE 可清

晰显示心腔内解剖结构,基本实现无射线、无造影剂安全消融,是未来绿色电生理的关键性支撑技术。但额外的超声专业判读知识和较高费用等限制了其广泛应用于临床。

4.2 优化射频消融策略

4.2.1 压力感应(contact force)消融导管 消融导管与组织之间的接触程度称为压力,压力不足导致消融无效,压力过大则可能误伤临近心肌组织致穿孔等。压力感应消融导管可助术者实时监测导管施加在心肌上的压力以避免过度消融,理论上可减少术中 CT 的发生。有荟萃分析^[25]比较了压力感应消融导管与传统消融导管应用于房颤 RFA 的疗效和安全性,结果表明压力感应消融导管的应用疗效更好且手术时间更短,心脏穿孔的风险也更低(1.2% vs 1.4%)。而 Liu 等^[26]的研究纳入了 2013 年至 2016 年间共计 5 313 例房颤 RFA 患者,发现采用压力感应消融导管组较常规组患者的 CT 发生率反而更高(1.07% vs 0.44%)。这提示仅依赖压力监测不能保证避免 CT,在瞄准最佳压力时还应同时关注消融功率、时间、温度和阻抗等因素之间的广泛相互作用。

4.2.2 高功率短时程消融(high power short duration radiofrequency ablation, HPSD-RFA) HPSD-RFA 较低功率长时间消融增加了阻抗热,降低了传导热深度及远期电传导恢复率,理论上可减少毗邻组织的损伤及术后房颤复发^[27]。Bhaskaran 等^[28]研究结果表明,50~60W/5s 消融与传统 40W/30s 消融一样可形成透壁消融灶,且蒸汽爆裂发生率更低,这表明 HPSD-RFA 兼备有效、安全的特点,但目前尚缺乏多中心、前瞻性、随机对照研究评估其在减少房颤复发及并发症等方面的价值,且最佳功率-时间组合的关键性问题需反复探索。

4.2.3 消融指数(ablation index, AI) AI 是一种将接触力、稳定性、时间和功率都纳入计算的新型消融质量指标,可更准确估计心肌损伤深度,从而降低局部心肌过热的风险。有学者^[29]研究了 AI 应用于房颤 RFA 在减少患者 CT 方面的作用,发现 AI 辅助压力感应导管 RFA 组较非压力感应导管 RFA 组及单纯压力感应导管 RFA 组的 CT 发生率均低(1.7% vs 2.9% vs 2.5%)。但该研究仅为单中心回顾性研究,研究结果有待验证。有荟萃分析^[30]也揭示了应用 AI 较不应用 AI 在降低房颤 RFA 患者术后心律失常复发的同时也减少了 CT 事件,但该研究未纳入随机对照性研究。AI 引导导管消融的益处还

有待进一步证实。

4.2.4 磁导航系统(magnetic navigation system,MNS)
指导下的导管消融 MNS 指导下的导管消融只需利用计算机并移动鼠标即可完成左房建模和消融,极大地便利了复杂心律失常消融术的推进,是介入手术领域的革命性新技术。国内有研究^[31]发现 MNS 导管消融在保证手术成功率的前提下,较传统手工消融减少了手术时间及 X 线暴露时间和暴露量,且能更精确控制导管与心肌组织之间的接触力,因而也显著减少了包括 CT、血栓事件等严重并发症的发生。国外也有研究^[32]报道了 MNS 导管消融的有效性和安全性。该项新技术有望成为未来复杂心律失常消融术的一大法宝。

4.3 新型替代技术

有系统评价^[33]比较了冷冻球囊(cryoballoon,CB)消融和 RF 消融治疗房颤的疗效和安全性($n=8\ 668$),结果发现两组患者术后复发性房性心动过速及卒中、血管并发症等主要结局指标相似,但心包积液和 CT 的发生率(0.8% vs 2.1%和 0.3% vs 1.3%)存在明显差异,即两种消融术疗效相近但 CB 消融术安全性更高。Mugnai 等^[34]研究结果也表明 CB 消融较 RF 消融 CT 发生率更低,究其原因,CB 消融术传导至心肌的压力具有均匀弥漫性的特点,而 RF 消融导管的逐点压力易于造成更多的组织损伤。此外,CB 消融较 RF 消融手术时间明显缩短,可能为限制心包积液进展至 CT 的重要因素。这提示可在充分评估房颤患者 CT 发生风险的基础上,让高风险患者接受 CB 消融而非 RF 消融。但 CB 消融术后好发膈神经麻痹的缺点亦不容忽视,值得今后广泛探索并攻克。

5 小结与展望

房颤 RFA 的数量逐年增长,CT 作为少见但最严重的并发症也将不断增多,不可避免地成为临床的一大挑战。今后仍有待多中心合作前瞻性、大样本研究深化对 CT 的认识。而加强对手术医生、电生理设备操作者及护士等相关人员的培训、教育与及经验丰富的心脏外科医生充分合作是预防、及早识别和救治术中 CT 的基础。新技术的发展与应用有望增强手术安全性。

【参考文献】

[1] Leiva EH, Carreno M, Bucheli FR, et al. Factors associated

with delayed cardiac tamponade after cardiac surgery[J]. Ann Card Anaesth, 2018, 21: 158-166.

- [2] Rottner L, Reissmann B, Schleberger R, et al. Management of acute complications during electrophysiological procedures [J]. Herzschrmmacherther Elektrophysiol, 2020, 31: 381-387.
- [3] 喻丹,周炯. 1 例房颤消融术后患者并发急性心包填塞的急救护理[J]. 中国老年保健医学, 2021, 19:163-164.
- [4] 孙鸣宇,王祖禄,梁明,等. 心律失常导管消融治疗中并发心包填塞的识别及处理[J]. 中国循环杂志, 2019, 34:597-601.
- [5] Yanagisawa S, Inden Y, Ohguchi S, et al. Periprocedural management of cardiac tamponade during catheter ablation for AF under uninterrupted DOAC and warfarin [J]. JACC Clin Electrophysiol, 2020, 6: 786-795.
- [6] Perez-Casares A, Cesar S, Brunet-Garcia L, et al. Echocardiographic evaluation of pericardial effusion and cardiac tamponade [J]. Front Pediatr, 2017, 5:79.
- [7] Que DD, Feng LY, Yang YS, et al. Controversial protamine in dealing with acute cardiac tamponade during radiofrequency ablation [J]. Chin Med J (Engl), 2021, 134: 2503-2505.
- [8] Hamaya R, Miyazaki S, Taniguchi H, et al. Management of cardiac tamponade in catheter ablation of atrial fibrillation: single-centre 15 year experience on 5222 procedures [J]. Europace, 2018, 20: 1776-1782.
- [9] 韩丽军,王珏雅,李娟,等. 心房颤动经导管射频消融术并发急性心脏压塞的临床分析[J]. 医学研究杂志, 2018, 47:144-147.
- [10] 黄俊,丁立刚,李宜富,等. 心律失常射频导管消融术中心包填塞的发生率、原因及处理策略分析[J]. 中国循环杂志, 2020, 35:62-66.
- [11] Adamczyk M, Wasilewski J, Niedziela J, et al. Pericardial tamponade as a complication of invasive cardiac procedures: a review of the literature [J]. Postępy Kardiologii Interwencyjnej, 2019, 15: 394-403.
- [12] O'Neill MD, Jais P, Derval N, et al. Two techniques to avoid surgery for cardiac tamponade occurring during catheter ablation of atrial fibrillation [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2008, 19: 323-325.
- [13] 陈海莲,纪托,武凌宁,等. 心脏介入术并发急性心包填塞的临床分析[J]. 中国心血管病研究杂志, 2016, 14:75-77.
- [14] 于建波,来永强. 心房颤动射频消融术中心脏压塞的外科处理[J]. 中国医药, 2020, 15:38-40.
- [15] January CT, Wann LS, Calkins H, et al. 2019 AHA/ACC/HRS focused update of the 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on clinical practice guidelines and the heart rhythm society in collaboration with the society of thoracic surgeons [J]. Circulation, 2019, 140: e125-e151.
- [16] 阮燕菲,李林凌,赵倩倩,等. 性别对心房颤动导管射频消融并发心脏压塞的影响[J]. 中国医药, 2019, 14:1285-1288.
- [17] Wu N, Wu F, Yang G, et al. Surgical intervention for cardiac tamponade during atrial fibrillation ablation: who and when? - a

- single-center experience[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2021, 62:373-380.
- [18] Imazio M, Gaido L, Battaglia A, et al. Contemporary management of pericardial effusion: practical aspects for clinical practice[J]. Postgrad Med, 2017, 129: 178-186.
- [19] Von OG, Bourke T, Schwieler J, et al. Long-term outcome of patients with invasive electrophysiology procedure - related cardiac tamponade[J]. Europace, 2020, 22: 1547-1557.
- [20] Lehrmann H, Schneider J, Jadidi AS, et al. Transseptal access for left atrial ablation: the catheter-probing techniques are not without risk[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2014, 25: 479-484.
- [21] 田野, 杨龙, 周松, 等. 左心房及肺静脉旋转造影嵌入实时 X 线透视系统指导心房颤动的射频消融[J]. 中国循环杂志, 2014, 29:683-685.
- [22] 白雪洋, 白中乐, 刘刚琼, 等. 简易法心腔内超声指导下零射线心房颤动射频消融的临床应用 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13:541-544.
- [23] Friedman DJ, Pokorney SD, Ghanem A, et al. Predictors of cardiac perforation with catheter ablation of atrial fibrillation[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2020, 6: 636-645.
- [24] Kitamura T, Nakajima M, Kawamura I, et al. Safety and effectiveness of intracardiac echocardiography in ventricular tachycardia ablation: a nationwide observational study[J]. Heart Vessels, 2021, 36: 1009-1015.
- [25] Shurrab M, Di Biase L, Briceno DF, et al. Impact of contact force technology on atrial fibrillation ablation: a meta-analysis [J]. J Am Heart Assoc, 2015, 4: e2476.
- [26] Liu N, Zhao Q, Li L, et al. Association between the use of contact force-sensing catheters and cardiac tamponade in atrial fibrillation ablation[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2019, 55: 137-143.
- [27] 蔡阳威, 熊青松, 殷跃辉, 等. 心房颤动高功率短程射频消融研究进展[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49:628-631.
- [28] Bhaskaran A, Chik W, Pouliopoulos J, et al. Five seconds of 50-60W radio frequency atrial ablations were transmural and safe: an in vitro mechanistic assessment and force - controlled in vivo validation[J]. Europace, 2017, 19: 874-880.
- [29] Reinsch N, Futing A, Buchholz J, et al. Influence of ablation index on the incidence of cardiac tamponade complicating pulmonary vein isolation[J]. Herz, 2021, 46: 228-234.
- [30] Ioannou A, Papageorgiou N, Lim WY, et al. Efficacy and safety of ablation index-guided catheter ablation for atrial fibrillation: an updated meta-analysis[J]. Europace, 2020, 22: 1659-1671.
- [31] 杨晓敏, 陈瑶, 过庆华, 等. 运用磁导航行心房颤动消融与手动消融的比较分析及护理[J]. 护士进修杂志, 2014, 29:1374-1378.
- [32] Jin QI, Pehrson S, Jacobsen PK, et al. Efficacy and safety of atrial fibrillation ablation using remote magnetic navigation: experience from 1,006 procedures[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2016, 27: S23-S28.
- [33] Cardoso R, Mendirichaga R, Fernandes G, et al. Cryoballoon versus radiofrequency catheter ablation in atrial fibrillation: a meta-analysis[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2016, 27: 1151-1159.
- [34] Mugnai G, Irfan G, de Asmundis C, et al. Complications in the setting of percutaneous atrial fibrillation ablation using radiofrequency and cryoballoon techniques: a single-center study in a large cohort of patients[J]. Int J Cardiol, 2015, 196:42-49.

(收稿日期:2023-02-10)

(本文编辑:茹实)