

心衰背景下缓慢心律失常实施左束支起搏的临床进展与未来方向

耿子然

中国医学科学院阜外医院北京协和医学院 北京 100037

【摘要】：心力衰竭患者常合并缓慢性心律失常，二者相互影响、恶性循环，是加重心功能恶化、增加不良心血管事件风险的重要诱因。本文系统梳理 LBBAP 的技术原理与核心优势，总结其在不同类型心衰合并缓慢性心律失常患者中的临床应用进展，并结合数智化医疗发展趋势，展望该技术的未来研究与临床发展方向，旨在为心衰合并缓慢性心律失常患者的精准起搏治疗提供循证依据与实践参考。

【关键词】：心力衰竭；缓慢性心律失常；左束支区域起搏；生理性起搏；心功能

DOI:10.12417/2705-098X.26.19.019

1 引言

心力衰竭是各类心血管疾病的终末阶段，具有发病率高、致残率高、死亡率高的特点，已成为全球重大公共卫生问题^[1]。慢性心衰患者中缓慢性心律失常发生率显著高于普通人群，以病态窦房结综合征、房室传导阻滞为主要类型，心动过缓会导致心室充盈不足、心输出量下降，加重心肌缺血缺氧，加速心室重构；而心衰引发的心肌纤维化、心肌细胞损伤又会进一步诱发传导系统功能异常，形成“心衰-心律失常”恶性循环，严重影响患者预后^[2]。

永久起搏器植入是缓慢性心律失常的核心根治方案，但传统 RVSP 通过异位心室起搏改变心脏正常电传导顺序，破坏心室电机械同步性，长期应用易诱发起搏相关性心肌病，导致左心室射血分数（LVEF）下降、心室舒张末期内径（LVEDD）扩大，大幅加重心衰患者病情，存在明显临床局限性^[3]。随着生理性起搏技术的迭代发展，以左束支区域起搏（LBBAP）为代表的希浦系统起搏技术突破了传统起搏的技术瓶颈，可直接夺获左束支传导通路，复刻心脏正常传导节律，实现近乎生理性的心室激动顺序^[4]。本文结合近年国内外临床研究成果，全面阐述 LBBAP 在心衰合并缓慢性心律失常领域的临床应用进展，剖析技术应用痛点，并展望未来发展方向，为临床精准化、个体化起搏治疗提供理论支撑。

2 左束支区域起搏的技术原理与核心优势

2.1 技术核心原理

心脏正常激动起源于窦房结，经房室结、希氏束沿左右束支快速传导，实现心室同步收缩。LBBAP 作为新型生理性起搏技术，通过专用起搏电极经室间隔精准植入左束支走行区域，直接夺获左束支传导纤维，跨越受损的传导阻滞位点，快速激活左心室心肌，恢复心脏生理性电传导顺序，纠正心室电机械失同步状态，从根源上规避非生理性起搏导致的心室重构问题^[5]。与传统 RVSP 心室异位激动、由心尖向心底逆向传导的异常模式不同，LBBAP 的心室激动顺序与正常生理传导高度一致，可最大程度保留心脏原有收缩功能^[6]。

2.2 相较于传统起搏的核心优势

2.2.1 优化心室电机械同步性

多项对照研究证实，LBBAP 术后患者 QRS 波时限较 RVSP 显著缩窄，是心室同步性改善的核心指标。史文奇等的对照研究显示^[1]，心衰合并缓慢性心律失常患者术后 1 周、6 个月，LBBAP 组 QRS 波时限分别为（132.67±13.48）ms、（133.89±15.52）ms，显著短于 RVSP 组的（139.23±11.71）ms、（141.46±12.33）ms，差异具有统计学意义。窄 QRS 波时限提示心室激动同步性良好，可有效避免心室收缩不同步导致的无效泵血，改善心脏整体工作效率。同时，三维斑点追踪超声心动图检测证实，LBBAP 可显著降低左心室达峰时间离散度，优化心肌整体纵向应变，全面改善心室机械同步性^[7]。

2.2.2 稳定起搏参数，安全性可靠

起搏参数的稳定性是起搏器长期安全工作的关键。多项临床研究及 Meta 分析证实，LBBAP 的起搏阈值、感知、阻抗等核心参数长期稳定，与传统 RVSP 无显著统计学差异，部分研究显示 LBBAP 参数稳定性更优^[8]。张晗阳等^[9]的研究随访 6 个月发现，LBBAP 组患者心室起搏阈值、R 波振幅及阻抗均维持在正常范围，与 RVSP 组无明显差异，且术中及术后无电极脱位、囊袋感染、室间隔穿孔等严重并发症。马建军等^[9]的研究进一步证实，LBBAP 术后短期起搏参数稳定，术中仅曝光剂量略高于 RVSP，手术整体安全性可控，适合长期临床应用。

2.2.3 逆转心室重构，改善心功能

心衰患者核心病理改变为心室重构、心功能下降，传统 RVSP 会加速这一进程，而 LBBAP 可有效逆转轻度心室重构，改善心脏收缩舒张功能^[10]。临床研究显示，术后随访 6 个月，LBBAP 组 LVEDD 显著小于 RVSP 组，LVEF 显著高于 RVSP 组；同时，血清 NT-proBNP、BNP 等心衰标志物水平显著降低，提示心肌负荷减轻、心功能显著改善。陈广华等^[12]针对起搏器更换指征的心衰患者研究发现，LBBAP 术后 1、6、12 个月患者 LVEF 持续升高，6 分钟步行试验距离显著延长，运动耐量持续改善，心功能获益具有长期性。

2.2.4 适用范围更广，适配复杂心衰人群

相较于希氏束起搏手术难度大、成功率低、阈值波动大的局限，LBBAP 手术操作更简便，电极植入成功率更高，不受远端传导系统病变影响，不仅适用于常规 CRT 适应证心衰患者，还可应用于非常规 CRT 适应证、起搏诱导性心肌病、非左束支传导阻滞的心衰合并缓慢性心律失常患者，填补了复杂心衰人群生理性起搏治疗的空白^[1]。

3 左束支起搏在心衰合并缓慢性心律失常中的临床应用进展

3.1 常规 CRT 适应证心衰患者的应用

临床指南 I 类推荐的常规 CRT 适应证为 LVEF $\leq$ 35%、合并左束支传导阻滞、QRS 波宽度 $\geq$ 150ms 的心衰患者，此类患者多存在严重心室电机械失同步，传统双心室起搏（BiVP）存在同步性改善有限、无应答率高等问题。LBBAP 可直接纠正左束支传导阻滞，恢复生理性心室同步激动，相较于 BiVP 优势显著。何晨^[3]的博士研究证实，对于符合常规 CRT 适应证的心衰患者，LBBAP 可显著优化心室同步性，提升 LVEF，降低不良心血管事件发生率，改善患者长期预后，且术后心功能改善效果优于传统双心室起搏，可有效降低 CRT 无应答风险。

3.2 非常规 CRT 适应证心衰患者的应用

临床中大量心衰患者不完全符合常规 CRT 植入指征，但存在持续心功能不全、高起搏比例、心室电机械失同步等问题，属于 CRT IIa 类适应证人群，此类患者传统起搏治疗获益有限，是临床治疗的难点。LBBAP 为此类患者提供了全新治疗方案，相关研究取得突破性进展。针对轻度收缩功能障碍（LVEF 36%~50%）合并左束支传导阻滞的心衰患者，早期植入 LBBAP 可有效逆转早期心室重构，阻止心功能进一步恶化，弥补了传统指南仅关注重度心衰的治疗空白^[12]。针对右心室起搏诱导性心肌病患者，升级 LBBAP 后的心室同步性改善、心功能提升效果显著优于传统双心室起搏，可有效逆转起搏相关性心肌损伤。此外，对于合并右束支传导阻滞、室内阻滞的非左束支阻滞心衰患者，LBBAP 仍可改善心室电机械同步性，降低心肌负荷。

3.3 起搏器更换心衰患者的应用

部分长期行右心室起搏的缓慢性心律失常患者，因电池耗竭需更换起搏器，长期非生理性起搏多已合并不同程度心衰及心室重构，是临床特殊高危人群。陈广华^[2]等对 17 例起搏器更换指征的心衰患者行 LBBAP 升级治疗，随访 12 个月发现，患者术后 QRS 波宽度持续缩窄，BNP 水平持续下降，LVEF 逐步升高，6 分钟步行能力显著改善，且随访期间无任何不良事件发生，起搏参数始终稳定正常。该研究证实，LBBAP 用于起搏器更换心衰患者安全有效，可逆转长期右室起搏导致的心肌损伤，改善远期心功能，为此类患者的治疗提供了可靠方案。

3.4 基于中医证候的疗效延伸研究

国内相关研究探索了 LBBAP 对心衰合并缓慢性心律失常患者中医证候的影响，丰富了该技术的临床疗效评价体系。田伟^[10]等研究发现，心衰合并缓慢性心律失常患者术前中医证候以心气虚证为主，占比 51.6%，经 LBBAP 治疗 6 个月后，心气虚证占比显著下降，心阴虚证比例有所升高，且心气虚证患者术后 BNP 水平显著降低，心功能明显改善。该研究证实，LBBAP 可改善心衰患者核心中医虚证证候，为中西医结合优化心衰起搏治疗、制定术后辨证调理方案提供了新的思路。

4 左束支起搏在心衰治疗领域的未来发展方向

4.1 规范化诊疗体系构建，推动技术标准化普及

未来需依托多中心大样本临床研究，统一 LBBAP 手术操作流程、电极定位标准、起搏参数参考范围，建立标准化的术前评估、术中操作、术后程控、疗效评价体系。针对不同心衰类型、不同心律失常分型、不同心功能分级患者，制定分层适应证标准与个体化手术方案，明确特殊人群诊疗规范。同时，完善基层医师专项培训体系，依托医联体多学科诊疗模式、全专结合门诊，缩短术者学习曲线，降低手术操作门槛，推动 LBBAP 技术在各级医疗机构的规范化普及，缩小区域诊疗差距。

4.2 深化特殊人群研究，拓展临床适应证范围

聚焦当前研究空白，重点开展高龄老年、终末期心衰、多病共存、复杂传导阻滞、起搏器术后难治性心衰等特殊人群的 LBBAP 临床研究，明确不同人群的疗效获益、安全风险及禁忌证。针对 CRT 无应答、双心室起搏效果不佳的心衰患者，探索 LBBAP 替代治疗、联合治疗方案，进一步拓展技术适应证。同时，结合多病共存基层管理专家共识，构建心衰合并多疾病患者的 LBBAP 术前综合评估、术后多学科管理模式，实现全周期个体化诊疗。

4.3 依托数智化技术，实现精准化起搏管理

随着数智医疗的快速发展，数智化精准起搏将成为 LBBAP 技术的核心发展方向。未来可结合人工智能、三维超声、心电大数据技术，实现术前精准评估心室传导状态、术中智能定位左束支起搏位点、术后动态监测起搏参数与心功能变化，自动优化起搏程控方案。依托智能随访平台，构建心衰患者 LBBAP 术后长期动态监测体系，实时预警心室重构、心律失常、起搏参数异常等风险，实现从手术治疗到长期健康管理的全流程数智化管控，提升诊疗精准度与患者远期预后。

4.4 加强长期预后研究，完善循证医学证据体系

开展多中心、大样本、长期队列研究，重点随访 LBBAP 术后 3~10 年患者的全因死亡率、心衰再住院率、恶性心律失常发生率、电极远期并发症发生率等核心预后指标，明确技术远期疗效与安全性。开展 Meta 分析整合多中心研究数据，量

化 LBBAP 相较于传统起搏、双心室起搏的远期获益优势,完善循证医学证据体系,为临床指南更新、技术推广提供坚实支撑。同时,探索 LBBAP 术后心功能改善的分子机制、心肌重构逆转机制,夯实技术理论基础。

4.5 优化器械研发,提升技术安全性与适用性

针对当前 LBBAP 器械存在的术中辐射剂量高、电极适配性有限等问题,研发专用低辐射手术器械、精细化定位电极、自适应起搏电极,优化手术器械性能,降低手术操作难度与辐射风险。开发可动态自适应调整起搏参数的智能起搏器,根据患者心率、心功能、活动状态实时优化起搏模式与参数,进一步提升生理性起搏效果。

4.6 融合中西医结合理念,完善综合干预体系

5 结语

心衰合并缓慢性心律失常的临床治疗核心是兼顾心律失常纠正与心功能保护、心室重构逆转。左束支区域起搏作为新一代生理性起搏技术,突破了传统起搏的非生理性缺陷,凭借优异的心室同步性保护、稳定的起搏参数、显著的心功能改善效果、良好的安全性,已成为心衰合并缓慢性心律失常患者的优选治疗方案,在常规及非常规 CRT 适应证、起搏器更换术后心衰等各类患者中均展现出独特的临床优势。未来,随着诊疗体系的规范化构建、数智化技术的深度融合、器械设备的持续优化、长期循证研究的不断完善以及中西医结合干预模式的创新,左束支区域起搏将进一步实现精准化、个体化、普及化发展,全面覆盖各类心衰合并缓慢性心律失常人群,为改善患者远期预后、降低心血管疾病负担提供更强有力的技术支撑,成为心衰心律失常综合诊疗体系中的核心技术。

参考文献:

- [1] 史文奇,智宏,陈龙.左束支区域起搏和右心室间隔部起搏对缓慢性心律失常患者起搏参数及心功能影响的对比研究[J].中国介入心脏病学杂志,2026,34(7):376-381.
- [2] 陈广华,姜正南,真亚,等.左束支起搏在具有起搏器更换指征的心力衰竭患者中的应用效果[J].医疗装备,2025,38(24):1-3+7.
- [3] 何晨.左束支区域起搏在非常规 CRT 适应症心衰患者中的临床疗效和安全性[D].北京协和医学院,2025.
- [4] 梁君铭.左束支区域起搏与右室间隔起搏对患者左室同步性的影响[D].广州医科大学,2025.
- [5] 廉晓敬,李楠楠,林宁宁,等.左束支区域起搏治疗缓慢性心律失常患者临床有效性及安全性评估[J].临床心身疾病杂志,2024,30(6):126-130.
- [6] 张晗阳.缓慢型心律失常患者左束支起搏与右室间隔起搏的临床对比研究[D].宁夏医科大学,2024.
- [7] 李海威,袁钟毓,王泽峰,等.缓慢性心律失常患者左束支区域起搏与右心室间隔部起搏的起搏参数稳定性对比研究[J].中国医药,2023,18(12):1783-1787.
- [8] 马贺,尤云颖,苏文军.左束支起搏在缓慢型心律失常患者中应用的 Meta 分析[J].中国医学装备,2023,20(12):37-42.
- [9] 马建军,顾维民,艾尼瓦尔·吉力力,等.左束支区域起搏治疗缓慢性心律失常的疗效及安全性[J].新疆医学,2023,53(11):1317-1320.
- [10] 田伟,张大伟,李腾飞,等.左束支区域起搏术后缓慢性心律失常患者中医证候变化的研究[J].西部中医药,2023,36(4):89-92.
- [11] 张婕,李建伟,张清,等.左束支起搏对缓慢性心律失常短期疗效及安全性评估[J].陕西医学杂志,2020,49(7):844-847.
- [12] 陈天平,史晓俊,张恒,等.希浦系统起搏在缓慢性心律失常中的应用[J].齐齐哈尔医学院学报,2020,41(1):64-67.