

心脏再同步治疗与希浦氏起搏在慢性心衰合并完全性左束支传导阻滞中的应用进展

陆政德, 石磊, 胡昌兴

基金项目: 广西科技计划项目(编号:桂科 AD17129026)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院心血管内科

作者简介: 陆政德(1987-), 男, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 冠心病和器械植入。E-mail: dugar1000@163.com

通讯作者: 胡昌兴(1967-), 男, 医学博士, 主任医师, 研究方向: 冠心病和器械植入。E-mail: 1030725300@qq.com



胡昌兴, 医学博士, 主任医师, 硕士研究生导师。国家卫生健康委员会心脏起搏培训基地器械植入培训导师, 广西心脏起搏与电生理分会常委, 广西心脏起搏学组副组长, 广西预防医学会慢病防治专业委员会副主任委员, 广西预防医学会控烟专业委员会常委, 《中国临床新医学》杂志审稿专家。擅长冠心病介入治疗, 尤其擅长各种心脏起搏器植入术及起搏器术后管理, 对希浦氏起搏、心力衰竭心脏再同步化治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)及植入式心律转复除颤器(implantable cardioverter defibrillator, ICD)、无导线起搏等技术均有丰富的临床经验。以第一作者发表专业论文30余篇。

【摘要】 心脏再同步化治疗(CRT)是慢性心力衰竭器械治疗中的一种方法, 通过左右心室同时起搏纠正心室收缩的不同步, 从而逆转心室重构, 提高射血分数, 改善临床预后。自20世纪90年代开始CRT应用于临床, 现已得到广泛应用, 但其也存在植入难度大、易脱位、费用高等诸多缺点, 难以在基层推广。希浦氏起搏是近年来开展的新的心脏起搏技术, 有研究表明, 希浦氏起搏可以获得传统CRT类似甚至更好的临床效果, 为慢性心力衰竭的起搏治疗带来了新的希望。该文就CRT的研究现状与希浦氏起搏在慢性心力衰竭中应用前景进行综述。

【关键词】 心脏再同步化治疗; 希浦氏起搏; 慢性心力衰竭

【中图分类号】 R 541.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3806(2021)06-0559-06

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2021.06.07

Application advances in cardiac resynchronization therapy and His-Purkinje system pacing for chronic heart failure complicated with complete left bundle branch block LU Zheng-de, SHI Lei, HU Chang-xing. Department of Cardiology, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

【Abstract】 Cardiac resynchronization therapy(CRT) is a kind of device therapy for chronic heart failure. It can correct ventricular systolic asynchrony, reverse ventricular remodeling, increase ejection fraction and improve clinical prognosis by pacing left and right ventricles simultaneously. Since the 1990s, CRT has been applied in clinic and has been widely used. However, it is difficult to popularize in primary hospitals due to its disadvantages such as difficult implantation, easy dislocation and high cost. His-Purkinje system pacing is a new cardiac pacing technique developed in recent years. Studies have showed that the clinical effect of His-Purkinje system pacing is similar to or even better than that of conventional CRT, bringing new hope for the pacing treatment of chronic heart failure. This paper reviews the research status of CRT and the application prospect of His-Purkinje system pacing in chronic heart failure.

【Key words】 Cardiac resynchronization therapy(CRT); His-Purkinje system pacing; Chronic heart failure

自1958年瑞典外科医生Ake Senning首次将起搏器植入人体以来, 应用起搏器治疗缓慢性心律失常

常已有60余年的历史。20世纪90年代人们开始探索心力衰竭(简称心衰)的起搏治疗。随着循证

证据的积累^[1-4],2005年美国心脏病学院(American College of Cardiology, ACC)/美国心脏协会(American Heart Association, AHA)指南首次将心脏再同步化治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)作为治疗充血性心衰伴左束支传导阻滞患者的I类适应证^[5]。2000年Deshmukh等^[6]首次报道了希氏束起搏的临床应用。2017年由我国学者Huang等^[7]首次报道了左束支起搏的临床应用。由于希浦氏起搏(包括希氏束起搏和左束支起搏)是直接起搏心脏正常传导系统,是理论上的生理起搏。近年来,小样本非随机对照研究表明,希浦氏起搏可以改善心衰伴左束支传导阻滞患者的心功能及逆转心室重构。传统CRT是否会受到希浦氏起搏的挑战,希浦氏起搏能否颠覆传统CRT在慢性心衰中的治疗地位,本文阐述了传统CRT和希浦氏起搏在心衰治疗中的地位及其研究进展。

1 传统CRT治疗慢性心衰的机制及适应证的变迁

1.1 传统CRT治疗慢性心衰的机制

慢性心衰指各种心脏结构或功能性异常导致心室充盈和(或)射血功能受损而引起的一种综合征,是各种心脏疾病的终末期阶段,尽管心衰的药物治疗在不断发展,但病死率仍居高不下。特别是心衰伴左束支传导阻滞患者,由于存在心室电-机械不同步,单纯抗心衰药物治疗效果更差。20世纪90年代,CRT开始应用于慢性心衰伴左束支传导阻滞的患者,它通过改善心脏电-机械同步性,减少功能性二尖瓣反流,逆转心室重构,提高射血分数,从而改善慢性心衰患者的生活质量,降低心衰的发病率及病死率,减少心衰患者的住院率。随着循证证据的积累^[1-4],2005年ACC/AHA指南首次将CRT作为治疗充血性心衰伴左束支传导阻滞患者的I类适应证^[5]。

1.2 传统CRT治疗慢性心衰适应证的变迁

CRT治疗充血性心衰已走过20多年的历程,随着循证医学的进展,CRT指南也在不断地拓展和更新。CRT临床应用大致分为以下几个阶段:20世纪90年代—2000年为摸索阶段;2000—2005年为尝试阶段;2005—2012年为标准化治疗阶段;2012年至今为规范化治疗阶段。CRT指南更新主要从以下几个方面体现:(1)起搏方式变化。1994年开始用双腔起搏器DDD/R模式治疗长PR间期的充血性心衰,通过缩短并达到一个理想的AV间期,来改善左心室充盈量,从而提高左室射血量。但因为临床效果较差,1998年美国指南仅推荐为IIb类适应证。1998年左右开始双心室同步起搏治疗充血性心衰,用的仍是DDD/R型

双腔起搏器,只是用Y接头把左右心室电极导线共同插入起搏器的心室插孔内,实现了VV间期固定(VV间期=0)的双心室起搏。2003年开始研发了VV间期可程控的三腔起搏器,可以根据患者心脏不同步状态来调整左室或右室提前起搏,并可程控提前起搏的时间,从而达到双心室更接近同步化状态,使治疗效果进一步提高,不仅能改善患者的心功能、生活质量,而且明显地降低了患者的住院率及病死率。因此,2005年,美国指南推荐CRT治疗充血性心衰为I类适应证^[5]。随后逐渐研发出起搏器携带Optivol检测肺水肿的功能,Adaptiv适应性单纯左室或双心室起搏,左心室多点起搏功能,使CRT治疗达到获益最大化,并明显降低CRT无应答的发生率。(2)心电图要求的变化。从指南制定开始对QRS波的要求是QRS间期增宽(≥ 120 ms),随着研究的深入,发现宽QRS波患者的CRT应答率不尽相同,仅完全性左束支传导阻滞的患者其CRT应答率最高,而室内阻滞和完全性右束支传导阻滞的患者,其CRT疗效不如完全性左束支传导阻滞的患者。因此,在2013年,欧洲、美国修订指南时推荐,完全性左束支传导阻滞的患者是CRT治疗的I类适应证,而完全性右束支传导阻滞及室内阻滞的患者为CRT治疗的II类适应证,QRS间期 ≥ 150 ms,为IIa类推荐;QRS间期在 $120 \sim < 150$ ms,为IIb类推荐。这提示,QRS波形态比QRS波宽度更重要。(3)心功能变化。最初指南推荐心衰患者的心功能状况是纽约心脏协会(New York Heart Association, NYHA)心功能III~IV级(不必卧床),后来临床研究发现,如果左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) $\leq 35\%$,NYHA心功能II级甚至I级,经CRT治疗后,也能达到逆转左室重构的效果。因此,2010年欧洲指南把NYHA心功能II级的患者也扩展到CRT的I类适应证里面。(4)关于检测心脏不同步问题。2005年推荐CRT治疗I类适应证以来,要求心脏超声检查心脏伴有不同步存在,可是临床实践中发现,超声检测心脏不同步的可重复性较差,且通过心电图的形态和波形来判断心脏不同步更可靠。因此,2012年的欧洲指南^[8]及美国指南均取消了这一检测指标,也为患者减轻了经济负担。(5)禁忌证。在2013年以前,指南中从未出现过III类适应证,因此,临床上也对少量的窄QRS波(< 120 ms)患者实施CRT,然而,这部分患者大部分为CRT无应答。因此,2013年指南推出III类适应证,即QRS波 < 120 ms为III类适应证,2016年欧洲指南^[9]推高到QRS波 $<$

130 ms,但中国指南和美国指南并未修改。Ⅲ类适应证的推出提示临床医师,对于窄 QRS 波的患者不能给予 CRT,而不是过去的模棱两可阶段,这是需要注意的。关于窄 QRS 波患者的治疗方法,指南推荐,对窄 QRS 波(QRS 间期 < 120 ms)患者可给予心肌收缩助力器(cardiac contractility modulation, CCM)。(6)对于心脏再同步化治疗起搏器(cardiac resynchronization therapy pacemaker, CRTP)还是心脏再同步化治疗起搏除颤器(cardiac resynchronization therapy pace-defibrillator, CRTD)的选择。指南推荐,窦性心律, QRS 间期在 130 ~ 150 ms,应该植入 CRTP;对于 QRS 间期 ≥ 150 ms 的患者,推荐植入 CRTD。(7)2018 ACC/AHA/心律学会(Heart Rhythm Society, HRS)心动过缓和心脏传导延迟患者评估和管理指南^[10]中提到,轻到中度心衰, LVEF 为 36% ~ 50%,伴左束支传导阻滞(QRS ≥ 150 ms),可以植入 CRT(Ⅱ b, C)。这是首次将 LVEF > 35% 的轻、中度心衰患者纳入 CRT,虽然推荐的等级比较低,但也可能为这部分患者带来曙光。

1.3 传统 CRT 面临的临床困境 传统 CRT 作为慢性心衰器械治疗的重要手段之一,20 多年来,多项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)研究证实了其有效性及安全性^[14]。但是, CRT 也面临以下临床困境:(1)左室电极植入相对困难。左室导线常规经过冠状静脉途径放置在左心室外膜,部分患者靶静脉发育不良或者闭塞,左室导线无法到达靶静脉^[11]。(2)左室电极脱位率高。对晚期慢性心衰患者行心脏再同步化治疗多中心 InSync-ICD 随机临床评价试验(multicenter InSync-ICD randomized clinical evaluation, Miracle-ICD)Ⅱ研究中左室导线脱位率高达 7.6%^[12]。(3)左室电极慢性阈值增高及左室失夺获。左室电极位于冠状静脉分支,容易出现慢性阈值增高或左室失夺获, Miracle-ICD Ⅱ研究中有 2% 的患者出现左室阈值增高。(4)文献报道 CRT 后无反应率高达 30% 以上^[8,13]。(5)13% ~ 37% 患者可能会出现膈神经刺激,严重影响患者的生活质量^[14-15]。(6)相比传统双腔起搏器, CRT 手术时间更长、操作更加复杂、治疗费用更加昂贵。

2 希浦氏起搏治疗慢性心衰的研究证据

希浦氏起搏可分为希氏束起搏(His bundle pacing, HBP)和左束支起搏(left bundle branch pacing, LBBP),前者于 2000 年由 Deshmukh 等^[6]在临床上首次应用,后者于 2017 年由我国学者 Huang 等^[7]首次报道。虽然前后相差 17 年,但由于两者都是在传导束内进

行起搏,且都能保持心脏电和机械同步性,故归为一类,统称为希浦氏起搏。HBP 可使激动沿正常传导系统下传,双心室电激动可完全或者接近生理性激动,对于某些束支阻滞的患者, HBP 也可通过纠正传导阻滞从而缩窄 QRS 宽度,恢复心脏电-机械收缩的同步性。而 LBBP 虽表现为不完全性右束支传导阻滞图形,但还保持了左心室的正常电传导。左心室作为泵血输出和维持循环稳定的主要腔室,保证其正常电传导作用不言而喻。因此,对于慢性心衰伴完全性左束支传导阻滞的患者,希浦氏起搏提供了 CRT 的另一种途径。

2.1 HBP 在慢性心衰伴完全性左束支传导阻滞患者中应用的临床研究 2005 年,西班牙学者 Morriña-Vázquez 团队^[16]首次报道 HBP 治疗 1 例心衰合并完全性房室传导阻滞(atrioventricular block, AVB)及左束支传导阻滞患者,发现起搏治疗后 QRS 波较起搏前明显变窄,随访 6 个月心功能明显改善。2010 年 Lustgarten 等^[17]在 10 例接受 CRT 患者术中,先放置临时电极起搏希氏束,再与永久植入的左心室电极对比观察发现, HBP 的 QRS 波宽度与 CRT 的 QRS 波对比有明显缩窄。2015 年 Lustgarten 团队^[18]对双心室再同步(biventricular cardiac resynchronization therapy, Biv-CRT)和 HBP 进行交叉对照试验,纳入 29 例 QRS > 130 ms 的患者,以单盲方式将患者随机分为 HBP 和 Biv-CRT 两组,6 个月后,各组均更换为另一种起搏方式,随访 6 个月后评估患者基线和每半年随访的生活质量、NYHA、超声心动图数据和 6 min 步行距离。结果表明,无论是接受 HBP 还是接受 Biv-CRT,患者临床效果均得到显著改善,两者之间无统计学差异。国内学者 Huang 等^[19]的一项平均随访 37 个月,纳入 74 例患者的研究显示, HBP 能纠正大部分典型左束支传导阻滞(97.3%, 72/74),起搏纠正后患者心功能和临床预后得到明显改善。2019 年的一项前瞻性、随机对照临床试验入选 7 个中心 41 例符合 CRT 适应证患者,随机分为 HBP 组和 Biv-CRT 组,结果显示,相比 Biv-CRT 组, HBP 组的 LVEF 绝对值改善及超反应率程度更优^[20]。还有多项研究^[21-25]也显示了 HBP 对心衰合并左束支传导阻滞患者的有效性,表现为起搏治疗后 QRS 时限缩短,左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic dimension, LVEDD)缩小, LVEF 增加, NYHA 心功能改善,反应与传统 Biv-CRT 相当甚至更优。因此,有观点认为 HBP 可作为传统 Biv-CRT 治疗失败的补充,甚至可以将其作为首选。

2.2 LBBP 在慢性心衰伴完全性左束支传导阻滞患者中应用的临床研究 相比 HBP, LBBP 的优势在于它可以越过阻滞部位起搏, 而且起搏参数更理想和稳定(感知功能更好, 阈值更低且稳定)。对于无法经冠状静脉途径植入左心室导线的患者或者 CRT 无反应患者, LBBP 也可作为备用选择, 不仅弥补了传统 CRT 的不足, 也弥补了 HBP 的不足。2017 年 Huang 等^[7] 在为 1 例心衰合并左束支传导阻滞的患者手术时, 开创性地把 3830 起搏电极固定于左束支传导区域, 不仅可以获得良好起搏的参数, 还可以使起搏的 QRS 波时限明显变窄, 形态和时限基本接近正常 QRS 波, 随访 1 年起搏阈值稳定, 且患者的临床症状及 LVEF 都明显改善。我国学者 Li 等^[26] 纳入 33 例有起搏适应证的 AVB 患者进行观察研究, 首次报道 LBBP 的可行性、安全性和有效性。Vijayaraman 等^[27] 率先对 LBBP 的电生理和超声心动图特征进行前瞻性评价。此后 LBBP 开始引发越来越多关注, 进入前所未有的蓬勃发展期。2019 年吴圣杰等^[28] 对 11 例左束支传导阻滞患者行 LBBP 后进行长达 2 年以上的疗效观察, 其中 7 例 LVEF < 50%, LVEF 从 $(34.0 \pm 8.2)\%$ 提升到 $(63.4 \pm 9.8)\%$, 左心室收缩末期容积从 (127.6 ± 65.3) ml 缩小至 (37.2 ± 13.9) ml, 心功能(NYHA 分级)从 (3.3 ± 0.7) 级恢复至 (1.3 ± 0.5) 级 ($P < 0.05$)。同年 Zhang 等^[29] 报道了 LBBP 在 11 例心衰伴左束支传导阻滞患者中的系列病例报道, 平均随访 6.7 个月, 研究结果显示, 不仅 QRS 波时限能够缩短, 而且心功能相关参数(左心室收缩末期容积及 LVEF)也得到明显改善。2020 年 Huang 等^[30] 发表的 6 个中心参与的前瞻性研究结果显示, 在非缺血性心肌病所致的心衰且合并左束支传导阻滞的患者中, LBBP 的成功率达 97% (61/63), 起搏 QRS 时限较基线明显下降 [(118 ± 12) ms vs (169 ± 16) ms], 1 年随访时起搏阈值和 R 波振幅仍可以保持稳定; NYHA 心功能分级从基线检查时的 (2.8 ± 0.6) 级显著改善至 (1.4 ± 0.6) 级; 左室收缩末期容积显著缩小 [(123 ± 61) ml vs (67 ± 39) ml]; LVEF 显著升高 [$(33 \pm 8)\%$ vs $(55 \pm 10)\%$], 75% 患者 LVEF 显著提高到 50% 以上; 随访期间未观察到死亡病例或心衰导致再住院事件。最近发表的一项包含 8 个中心回顾性研究^[31], 旨在评估 LBBP 在 CRT 治疗中的作用, 该研究入选了 325 例患者, 其中缺血性心肌病 143 例(44%), 277 例(85%) 成功进行 LBBP, 平均随访 6 个月, 结果显示 LBBP 患者 QRS 波宽度显著缩小 [(152 ± 32) ms vs (137 ± 22) ms], LVEF 显著升高

[$(33 \pm 10)\%$ vs $(44 \pm 11)\%$], 在 72% 和 73% 的 LBBP 患者中观察到临床和超声心动图反应。2020 年国内学者^[32-33] 发表的两项 LBBP 与 Biv-CRT 匹配小样本量的研究中, 短期随访结果均显示在 LBBP 具有更窄的 QRS 时限, 更好的 LVEF 超反应率。Wu 等^[34] 的非随机观察研究连续纳入 137 例接受 Biv-CRT、HBP 或 LBBP 治疗的 LVEF $\leq 40\%$ 且呈典型左束支传导阻滞患者, 结果显示在 NYHA、LVEF 等指标恢复上 HBP 和 LBBP 均优于传统的 Biv-CRT, LBBP 临床预后与 HBP 相似, 但 LBBP 的 R 波振幅 [(11.2 ± 5.1) mV vs (3.8 ± 1.9) mV] 更高, 起搏阈值 [(0.49 ± 0.13) v/0.5 ms vs (1.35 ± 0.73) v/0.5 ms] 更低, 说明 LBBP 在起搏参数上更具优势, 同样的起搏器, 使用寿命更长。

2.3 希浦氏起搏面临的临床困境 以上研究表明, 希浦氏起搏由于直接起搏心脏传导系统, 是理论上的生理起搏, 能够最大限度地保留或恢复心脏电-机械同步性, 为慢性心衰伴左束支阻滞患者的起搏治疗带来了新的希望。但是由于希浦氏起搏的临床应用及研究时间不长, 目前还缺乏大规模 RCT 研究的证据。客观上希浦氏起搏还面临一些临床困境及不足之处, 需要进一步研究。

2.3.1 HBP 面临的临床困境及不足之处 首先, HBP 治疗慢性心衰的研究均为小样本、非随机对照研究, 尚缺乏有关 HBP 和 Biv-CRT 的大型 RCT。其次, HBP 本身存在以下不足: (1) 植入时起搏阈值偏高, 导致耗电增加, 起搏器寿命缩短(部分患者表现为近期阈值不高, 但远期阈值升高); (2) 电极固定困难, 电极脱位风险相对较高, 需要植入右室备用电极; (3) 植入位点未跨越阻滞部位, 部分情况不能完全纠正束支阻滞; (4) R 波振幅较低, 容易发生感知不良或交叉感知; (5) 损伤右束支造成新的左右心室不同步等。这些缺陷使其难以广泛应用于所有起搏适应证和 Biv-CRT 适应证患者, 目前还没有证据显示 HBP 能够取代传统 CRT。

2.3.2 LBBP 面临的临床困境及不足之处 LBBP 临床应用时间更短, 目前证据大多限于小样本量、观察性或非随机对照研究, 随访时间普遍偏短, 尚缺乏大样本前瞻性随机对照研究以评估其远期疗效。LBBP 同样面临以下不足之处: (1) LBBP 时需要将电极穿透室间隔至左心室心内膜下, 有损伤间隔血管造成间隔血肿的风险; (2) 电极旋入过深有造成室间隔穿孔的风险; (3) 电极头端穿透间隔到达左心室裸露在左室腔, 有引起血栓事件的风险; (4) 由

于现有电极拔除器械无法通用,一旦出现起搏器相关感染,电极难以拔除的风险。LBBP 同样没有证据能够取代传统 CRT。

3 结语

综上所述,传统 CRT 仍然是目前治疗心衰伴左束支传导阻滞患者的经典疗法及第一选择。HBP 可使激动沿正常传导系统下传,双心室电激动可完全正常,对于部分束支阻滞的患者,HBP 也可通过纠正阻滞,恢复心脏收缩不同步。而 LBBP 虽表现为右束支传导阻滞图形,但保持了左心室的正常电传导;术后通过调整房室传导延迟(atrioventricular delay, AVD)或阳极环夺获,也可使起搏 QRS 波形态接近正常^[35]。现有的小样本、非随机研究结果显示希浦氏起搏可以获得与传统 CRT 类似甚至更优的临床效果,为慢性心衰伴左束支传导阻滞患者的治疗带来了新的曙光。《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018》也增加了关于 HBP 适应证的内容^[36]。《2019 欧洲心脏病学会(European Society of Cardiology, ESC)室上性心动过速指南》将导管消融和药物治疗无效的心动过速性心肌病行房室结消融联合起搏(Biv-CRT 或者 HBP)作为 I 类推荐^[37]。尽管如此,HBP 及 LBBP 尚处于起步阶段,需开展大规模临床试验证实其近期及远期疗效,尤其是对生存率和心衰住院率的影响。由于目前没有大规模 RCT 研究证据,而且希浦氏起搏本身也面临一些临床困境及不足之处。因此,最新《希氏-浦肯野系统起搏中国专家共识》对于慢性心衰伴心脏收缩不同步患者行希浦氏起搏治疗的适应证推荐如下^[38]:(1)符合 CRT 适应证患者,由于各种原因导致左心室导线植入失败的患者,应该考虑希浦氏起搏;(2)窦性心律或房颤患者,经标准抗心衰药物优化治疗后,心功能分级仍然为 \geq II 级,合并左束支传导阻滞、QRS 时限 \geq 130 ms、LVEF \leq 35%,可以考虑希浦氏起搏;(3)常规 Biv-CRT 治疗无反应患者,可以考虑希浦氏起搏。总之,希浦氏起搏要彻底颠覆或动摇传统 CRT 在慢性心衰伴左束支阻滞中的治疗地位,还为时尚早。

参考文献

[1] Linde C, Braunschweig F, Gädler F, et al. Long-term improvements in quality of life by biventricular pacing in patients with chronic heart failure: results from the Multisite Stimulation in Cardiomyopathy Study (MUSTIC) [J]. *Am J Cardiol*, 2003, 91(9):1090-1095.

[2] Aranda JM Jr, Conti JB, Johnson JW, et al. Cardiac resynchronization therapy in patients with heart failure and conduction abnormalities other than left bundle-branch block: analysis of the Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation (MIRACLE) [J]. *Clin Car-*

diol, 2004, 27(12):678-682.

[3] Huth C, Friedl A, Klein H, et al. Pacing therapies for congestive heart failure considering the results of the PATH-CHF Study [J]. *Z Kardiol*, 2001, 90 Suppl 1:10-15.

[4] Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure [J]. *N Engl J Med*, 2005, 352(15):1539-1549.

[5] Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, et al. ACC/AHA 2005 Guideline Update for the Diagnosis and Management of Chronic Heart Failure in the Adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure): developed in collaboration with the American College of Chest Physicians and the International Society for Heart and Lung Transplantation: endorsed by the Heart Rhythm Society [J]. *Circulation*, 2005, 112(12):e154-e235.

[6] Deshmukh P, Casavant DA, Romanyshyn M, et al. Permanent, direct His-bundle pacing: a novel approach to cardiac pacing in patients with normal His-Purkinje activation [J]. *Circulation*, 2000, 101(8):869-877.

[7] Huang W, Su L, Wu S, et al. A novel pacing strategy with low and stable output: pacing the left bundle branch immediately beyond the conduction block [J]. *Can J Cardiol*, 2017, 33(12):1736.e1-1736.e3.

[8] European Heart Rhythm Association (EHRA), European Society of Cardiology (ESC), Heart Rhythm Society, et al. 2012 EHRA/HRS expert consensus statement on cardiac resynchronization therapy in heart failure: implant and follow-up recommendations and management [J]. *Europace*, 2012, 14(9):1236-1286.

[9] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(27):2129-2200.

[10] Kusumoto FM, Schoenfeld MH, Barrett C, et al. 2018 ACC/AHA/HRS Guideline on the evaluation and management of patients with bradycardia and cardiac conduction delay: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society [J]. *Circulation*, 2019, 140(8):e382-e482.

[11] 臧红云,王冬梅,韩雅玲,等. 110 例心脏再同步化治疗中左室电极导线植入的临床经验和并发症分析 [J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2009, 23(6):480-483.

[12] Abraham WT, Young JB, León AR, et al. Effects of cardiac resynchronization on disease progression in patients with left ventricular systolic dysfunction, an indication for an implantable cardioverter-defibrillator, and mildly symptomatic chronic heart failure [J]. *Circulation*, 2004, 110(18):2864-2868.

[13] Daubert C, Behar N, Martins RP, et al. Avoiding non-responders to cardiac resynchronization therapy: a practical guide [J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(19):1463-1472.

- [14] Jastrzebski M, Baciór B, Wojciechowska W, et al. Left ventricular lead implantation at a phrenic stimulation site is safe and effective [J]. *Europace*, 2011,13(4):520-525.
- [15] Biffi M, Moschini C, Bertini M, et al. Phrenic stimulation; a challenge for cardiac resynchronization therapy[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2009,2(4):402-410.
- [16] Moriña-Vázquez P, Barba-Pichardo R, Venegas-Gamero J, et al. Cardiac resynchronization through selective His bundle pacing in a patient with the so-called InfraHis atrioventricular block[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2005,28(7):726-729.
- [17] Lustgarten DL, Calame S, Crespo EM, et al. Electrical resynchronization induced by direct His-bundle pacing[J]. *Heart Rhythm*, 2010,7(1):15-21.
- [18] Lustgarten DL, Crespo EM, Arkipova-Jenkins I, et al. His-bundle pacing versus biventricular pacing in cardiac resynchronization therapy patients: a crossover design comparison[J]. *Heart Rhythm*, 2015,12(7):1548-1557.
- [19] Huang W, Su L, Wu S, et al. Long-term outcomes of His bundle pacing in patients with heart failure with left bundle branch block [J]. *Heart*, 2019,105(2):137-143.
- [20] Upadhyay GA, Vijayaraman P, Nayak HM, et al. On-treatment comparison between corrective His bundle pacing and biventricular pacing for cardiac resynchronization: a secondary analysis of the His-SYNC Pilot Trial[J]. *Heart Rhythm*, 2019,16(12):1797-1807.
- [21] Upadhyay GA, Tung R. His bundle pacing for cardiac resynchronization[J]. *Card Electrophysiol Clin*, 2018,10(3):511-517.
- [22] Teng AE, Lustgarten DL, Vijayaraman P, et al. Usefulness of His bundle pacing to achieve electrical resynchronization in patients with complete left bundle branch block and the relation between native QRS axis, duration, and normalization[J]. *Am J Cardiol*, 2016,118(4):527-534.
- [23] Ajijola OA, Upadhyay GA, Macias C, et al. Permanent His-bundle pacing for cardiac resynchronization therapy: initial feasibility study in lieu of left ventricular lead[J]. *Heart Rhythm*, 2017,14(9):1353-1361.
- [24] Sharma PS, Dandamudi G, Herweg B, et al. Permanent His-bundle pacing as an alternative to biventricular pacing for cardiac resynchronization therapy: a multicenter experience[J]. *Heart Rhythm*, 2018,15(3):413-420.
- [25] Arnold AD, Shun-Shin MJ, Keene D, et al. His resynchronization versus biventricular pacing in patients with heart failure and left bundle branch block[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018,72(24):3112-3122.
- [26] Li X, Li H, Ma W, et al. Permanent left bundle branch area pacing for atrioventricular block: feasibility, safety, and acute effect[J]. *Heart Rhythm*, 2019,16(12):1766-1773.
- [27] Vijayaraman P, Subzposh FA, Naperkowski A, et al. Prospective evaluation of feasibility and electrophysiologic and echocardiographic characteristics of left bundle branch area pacing[J]. *Heart Rhythm*, 2019,16(12):1774-1782.
- [28] 吴圣杰, 苏蓝, 项文豪, 等. 永久左束支起搏心脏再同步治疗在左束支阻滞患者远期疗效的初步研究[J]. *中华心律失常学杂志*, 2019,23(5):399-404.
- [29] Zhang W, Huang J, Qi Y, et al. Cardiac resynchronization therapy by left bundle branch area pacing in patients with heart failure and left bundle branch block[J]. *Heart Rhythm*, 2019,16(12):1783-1790.
- [30] Huang W, Wu S, Vijayaraman P, et al. Cardiac resynchronization therapy in patients with nonischemic cardiomyopathy using left bundle branch pacing[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2020,6(7):849-858.
- [31] Vijayaraman P, Ponnusamy S, Cano Ó, et al. Left bundle branch area pacing for cardiac resynchronization therapy: results from the International LBBAP Collaborative Study Group[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2021,7(2):135-147.
- [32] Li X, Qiu C, Xie R, et al. Left bundle branch area pacing delivery of cardiac resynchronization therapy and comparison with biventricular pacing[J]. *ESC Heart Fail*, 2020,7(4):1711-1722.
- [33] Wang Y, Gu K, Qian Z, et al. The efficacy of left bundle branch area pacing compared with biventricular pacing in patients with heart failure: a matched case-control study[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020,31(8):2068-2077.
- [34] Wu S, Su L, Vijayaraman P, et al. Left bundle branch pacing for cardiac resynchronization therapy: nonrandomized on-treatment comparison with His bundle pacing and biventricular pacing[J]. *Can J Cardiol*, 2021,37(2):319-328.
- [35] Lin J, Chen K, Dai Y, et al. Bilateral bundle branch area pacing to achieve physiological conduction system activation[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2020,13(8):e008267.
- [36] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J]. *中华心血管病杂志*, 2018,46(10):760-789.
- [37] Brugada J, Katritsis DG, Arbelo E, et al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia. The Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology(ESC)[J]. *Eur Heart J*, 2020,41(5):655-720.
- [38] 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. 希氏-浦肯野系统起搏中国专家共识[J]. *中华心律失常学杂志*, 2021,25(1):10-36.

[收稿日期 2021-04-08][本文编辑 吕文娟 余军]

本文引用格式

陆政德, 石磊, 胡昌兴. 心脏再同步治疗与希浦氏起搏在慢性心衰合并完全性左束支传导阻滞中的应用进展[J]. *中国临床新医学*, 2021,14(6):559-564.