

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.12.009

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240311.1606.012\(2024-03-11\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240311.1606.012(2024-03-11))

右心室造影辅助左束支区域起搏的应用效果研究*

王建灵,何江,李健,梁超,罗传毅,淡雪川,李奎[△]

(宜宾市第二人民医院心内科,四川宜宾 644000)

[摘要] **目的** 研究右心室造影(RVG)辅助左束支区域起搏(LBBaP)的可行性和安全性。**方法** 采用回顾性研究,纳入2019年1月至2022年6月在该院接受LBBaP的67例患者作为研究对象。收集患者基本信息,包括性别、年龄、临床诊断和心电图参数等。采用RVG三段法辅助LBBaP,具体操作为在右前斜30°透视下进行RVG,将三尖瓣瓣环最高点至右心室心尖部之间连一直线,然后将直线分为3等份,近中段交界处为LBBaP电极植入区域。术中同时满足单极起搏QRS波呈右束支阻滞形态,QRS波宽度(QRSd) <130 ms且V5导联左心室刺激到激动达峰时间(S-pLVAT) <90 ms,则定义为LBBaP手术成功。记录手术相关参数和并发症发生情况。术后1、3、6、12个月进行随访,记录电极参数、心电图和心脏彩色多普勒超声结果。**结果** 67例患者中,男43例,年龄为(65.0 \pm 8.0)岁;22例(32.8%)患者为病态窦房结综合征,45例(67.2%)患者为二度II型及以上房室传导阻滞。术前QRSd为(103.0 \pm 22.0)ms。LBBaP手术成功61例(91.0%)。手术时间为(134.6 \pm 32.3)min,X射线曝光时间为(43.6 \pm 12.6)min。起搏阈值为(0.8 \pm 0.4)V,R波感知振幅为(12.1 \pm 4.7)mV,阻抗为(741.2 \pm 130.8) Ω 。在1V起搏时,V5导联S-pLVAT为(83.4 \pm 13.7)ms。术后QRSd为(116.5 \pm 18.3)ms。术中8例发生室间隔穿孔,1例发生束支损伤,无其他严重并发症。随访12个月,所有患者电极参数稳定。**结论** RVG三段法辅助LBBaP是一种简单、可行且安全的生理性起搏方法。

[关键词] 右心室造影;心脏起搏器;生理性起搏;左束支区域起搏

[中图分类号] R459.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)12-1802-05

Study on application effect of right ventriculography to assist pacing in left bundle branch region*

WANG Jianling, HE Jiang, LI Jian, LIANG Chao, LUO Chuanyi, DAN Xuechuan, LI Kui[△]

(Department of Cardiology, Yibin Municipal Second People's Hospital,

Yibin, Sichuan 644000, China)

[Abstract] **Objective** To study the feasibility and safety of right ventricular angiography (RVG) to assist pacing in the left bundle branch region (LBBaP). **Methods** The retrospective study was adopted. A total of 67 patients receiving LBBaP in this hospital from January 2019 to June 2022 were included as the study subjects. The basic information of the patients was collected, including the sex, age, clinical diagnosis, EKG parameters, etc. The RVG three-stage adjuvant LBBaP was adopted. The specific operation was to perform RVG under the right anterior oblique perspective of 30°. A straight line was connected between the highest point of the tricuspid valvular ring and the apex of the right ventricle, and then the straight line was divided into 3 equal parts. The proximal junction was the LBBaP electrode implantation area. The success of LBBaP operation was defined as the simultaneous satisfaction of right bundle branch block form of QRS wave in unipolar pacing, QRS wave width (QRSd) <130 ms and peak time of left ventricular excitation <90 ms. The operation related parameters and occurrence situation of complications were recorded. The follow up was conducted in 1, 3, 6, 12 months. The electrode parameters, electrocardiogram and color Doppler ultrasound results were recorded. **Results** Among 67 patients, 43 cases were males aged (65.0 \pm 8.0) years old; twenty-two cases (32.8%) were symptomatic sick sinus syndrome, and 45 cases (67.2%) were second-degree type II and above atrioventricular block. The preoperative QRS width (QRSd) was (103.0 \pm 22.0) ms. The LBBaP operation success was in 61 cases (91.0%). The operation time was (134.6 \pm 32.3) min, and the X-ray exposure time was (43.6 \pm 12.6) min. The pace-making threshold value was (0.8 \pm 0.4)V, the R wave perception amplitude was

* 基金项目:四川省宜宾市科技计划项目(2021SF002)。△ 通信作者,E-mail:85291516@qq.com。

(12.1 ± 4.7) mV, and the impedance was (741.2 ± 130.8) Ω . At 1 V pacing, the peak time of left ventricular activation in the lead V5 was (83.4 ± 13.7) ms. The postoperative QRSd was (116.5 ± 18.3) ms. During the operation, 8 cases developed interventricular septal perforation and 1 case developed bundle branch injury. No other serious complications occurred. After 12 months of follow-up, all patients had stable electrode parameters. **Conclusion** RVG three-stage adjuvant LBBaP is a simple, feasible and safe physiological pacing method.

[Key words] right ventriculography; pacemaker; physiologic pacing; left bundle branch regional pacing

右心室心尖起搏可能导致心室不同步,增加心房颤动、起搏介导的心肌病和心力衰竭等风险^[1-2]。虽然希氏束起搏(His bundle pacing, HBP)一直被视为生理性起搏的理想方法,但 HBP 技术存在学习曲线较长、电极脱位率高、R 波感知振幅低、房室交叉感知和起搏阈值较高等局限性,阻碍了其推广应用。房室结病变导致传导障碍的患者,HBP 成功率约为 85%。然而,对于房室传导疾病的患者,HBP 的成功率仅为 52%~76%^[3]。左束支区域起搏(left bundle branch area pacing, LBBaP)是另一种传导系统起搏方法,通过直接夺获左束支区域来激动传导系统,该术式可以克服许多 HBP 的限制^[4-5]。LBBaP 的安全性和可行性已经有报道,且应用前景广阔^[6-9]。传统的 LBBaP 方法与 HBP 相似,手术过程复杂且技术要求高。因此,本研究探索通过右心室造影(right ventricular angiography, RVG)三段法简化 LBBaP 电极植入过程,进一步评估 RVG 辅助 LBBaP 的可行性和安全性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性研究,纳入 2019 年 1 月至 2022 年 6 月因慢性心律失常在本院住院并植入永久起搏器的患者 67 例。纳入标准:(1)房室传导阻滞(atrioventricular block, AVB),包括二度 II 型 AVB、三度 AVB(包括高度 AVB 和完全性 AVB);(2)有症状的病态窦房结综合征(sick sinus syndrome, SSS)。排除标准:(1)年龄 < 18 岁;(2)心力衰竭需要心脏再同步化治疗;(3)具有明显的非特异性室内传导阻滞;(4)患有可逆因素导致的缓慢性心律失常;(5)存在其他严重合并症;(6)具有其他起搏器植入禁忌。本研究已获得本院伦理委员会批准(2021-022-01),患者均签署知情同意书。

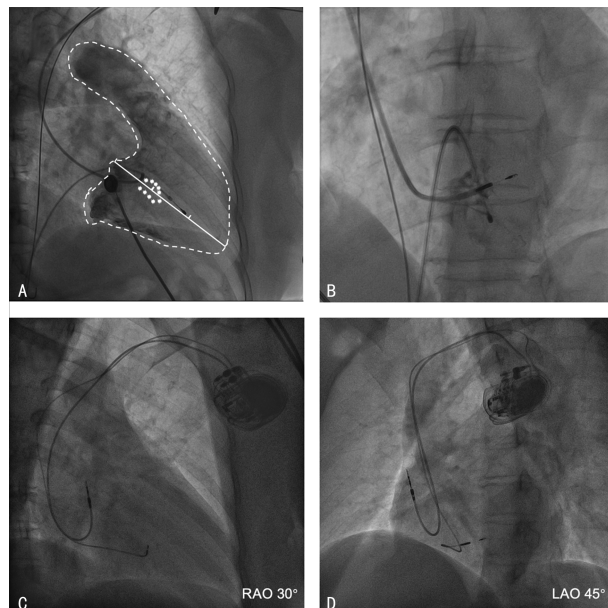
1.2 方法

1.2.1 临床资料收集

采用电子病历系统收集患者的人口学特征、心电图和超声心动图等资料。回顾电生理多导仪记录以下参数:基线 QRS 波宽度(QRS duration, QRSd)、起搏 QRSd、V1 导联的起搏 QRS 波形态、左束支电位存在与否,以及刺激到 V5 导联左心室刺激到激动达峰时间(stimulus-to-peak LV activation time, S-pL-VAT)等。查阅影像系统了解患者的手术经过。

1.2.2 RVG 辅助 LBBaP

患者准备,电生理仪连接肢体导联及胸导联 V1、V5。透视引导下穿刺腋静脉。使用钢丝引导 C315-希氏输送鞘(美国美敦力公司)跨三尖瓣进入右心室。右前斜(right anterior oblique, RAO)30°透视下经鞘管推注 20 mL 含碘离子造影剂进行 RVG。使用舒张期 RVG 作为参考图,将三尖瓣瓣环最高点至右心室心尖部连一直线,将连线分为 3 等份,近中段交界处为 LBBaP 的电极植入部位(图 1A)。经鞘管送入 3830 电极,左前斜(left anterior oblique, LAO)45°透视调整鞘管头端与室间隔垂直后顺时针旋入电极 5~7 圈。经鞘管推注造影剂 2~3 mL,明确电极旋入深度为 8~10 mm(图 1B)。单极起搏并观察 V1 导联 QRS 波形态,V1 导联上出现 r/R 波,且起搏 QRS 波变窄,提示电极到达左束支区域。测定起搏参数符合要求。切除鞘管并固定电极,必要时植入或不植入心房电极。测试起搏参数、观察电极形态(图 1C、1D),连接脉冲起搏发生器并放入预制的囊袋中,缝合皮肤。收集并记录手术参数。



A: RAO 30°体位行 RVG,白色虚线轮廓为右心室和流出道,将三尖瓣最高点至右心室心尖部连一直线,把直线分 3 等份,近中段交界区域的白点为电极旋入的初始区域;B: LBBaP 电极旋入后推注造影剂评估电极旋入深度;C、D: LBBaP 手术完成后 RAO 30°和 LAO 45°确认电极形态和位置,LAO 45°可见“Fulcrum”征。

图 1 RVG 三段法辅助 LBBaP 电极植入

1.2.3 LBBaP 成功的定义

(1)在 X 线片影像下起搏电极头端位于左束支或分支区域;(2)单极起搏 QRS 波呈右束支阻滞形态并且 QRSd <130 ms;S-pLVAT <90 ms。如果 3 次尝试后仍不能达到上述条件则认为 LBBaP 失败。

1.2.4 随访

术后 1、3、6 和 12 个月,对患者进行常规起搏器程控随访,内容包括起搏器参数和并发症发生情况,同时行 12 导联心电图和心脏彩色多普勒超声检查。

1.3 统计学处理

采用 SPSS19.0 统计学软件进行数据处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料情况

67 例患者中,男 43 例,女 24 例;平均年龄(65.0 \pm 8.0)岁;心房颤动 12 例(17.9%);二度 II 型 AVB 有 5 例(7.5%),三度 AVB 有 40 例(59.7%);病态窦房结综合征 22 例(32.8%);非缺血性心肌病 7 例(10.4%);缺血性心肌病 6 例(9.0%);合并症中,冠心病 10 例(14.9%),高血压 48 例(71.6%),糖尿病 15 例(22.4%);超声心动图指标中,平均左心室舒张末期内径为(53.8 \pm 8.3)mm,平均左心室射血分数为(51.4 \pm 7.4)%,平均室间隔厚度为(11.0 \pm 2.4)mm,平均 QRSd 为(103.0 \pm 22.0)ms。

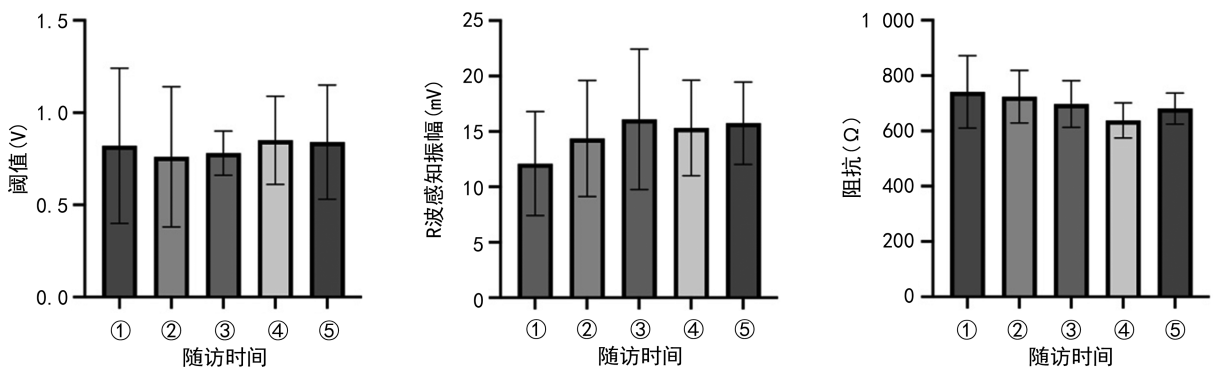
2.2 RVG 辅助 LBBaP 手术情况

67 例患者中,65 例(97.0%)腋静脉穿刺成功;61 例(91.0%)成功行 LBBaP 手术,6 例(9.0%)术中测得的 S-pLVAT ≥ 90 ms,QRSd >130 ms,判定为 LBBaP 失败。61 例(91.0%)成功行 LBBaP 手术的患者

术后 QRSd 升至(116.47 \pm 18.30)ms,术前 2 例合并完全性左束支传导阻滞和 1 例完全性右束支传导阻滞的患者,术后 QRSd 明显缩短;手术时间为(134.0 \pm 32.0)min,X 射线曝光时间为(43.6 \pm 12.6)min,放射剂量为(347.0 \pm 64.0)mGy;电极参数中,起搏阈值为(0.8 \pm 0.4)V,R 波感知振幅为(12.1 \pm 4.7)mV,阻抗为(741.2 \pm 130.8) Ω ;在 1 V 起搏时,生理仪测得 V5 导联 S-pLVAT 为(83.4 \pm 13.7)ms,起搏 QRSd 为(116.5 \pm 18.3)ms。在记录到左束支电位的 17 例(25.4%)患者中,2 例发生间隔穿孔,重新定位电极后未再记录到左束支电位。8 例(11.9%)患者术中发生室间隔穿孔,其中 1 例发生 3 次室间隔穿孔,2 例发生 2 次室间隔穿孔,所有室间隔穿孔均被及时发现并重新定位植入电极。1 例合并冠性左束支传导阻滞的患者在电极定位过程中导致右束支损伤,发生三度 AVB,但 LBBaP 成功缩短了该患者的 QRSd。所有患者术中和术后均未发生电极脱位、起搏器囊袋感染、出血等严重并发症。

2.3 患者随访情况

61 例成功行 LBBaP 手术的患者中,45 例(73.8%)完成术后 1 个月随访,56 例(91.8%)完成术后 3 个月随访,48 例(78.7%)完成术后 6 个月随访,58 例(95.1%)完成术后 12 个月随访。不同时间点患者阈值、R 波感知振幅、阻抗比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见图 2。复查胸部 X 线片显示无电极脱位。术后 12 个月进行心脏彩色多普勒超声检查,患者左心室射血分数和左心室舒张末期内径分别为(50.7 \pm 9.3)%、(53.6 \pm 10.4)mm,与术前[(51.4 \pm 7.4)%、(53.8 \pm 8.3)mm]比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。



①:术中;②:术后 1 个月;③:术后 3 个月;④:术后 6 个月;⑤:术后 12 个月。

图 2 不同时间点患者 LBBaP 电极参数比较

3 讨论

左束支进入左心室间隔膜面分为左前分支、左后分支及间隔支。3 个分支再发出细小的分支,呈扇形分布在左心室内膜下,形成更广的起搏靶区^[10]。起搏电极穿过室间隔到达左心室间隔面心内膜下,夺获左

束支、分支或室间隔肌肉,可以获得较窄的起搏 QRS 波间期^[11-13]。因此,通过 RVG 解剖定位 LBBaP 电极植入部位在理论上是可行的。本研究发现:(1)RVG 三段法辅助 LBBaP 可获得较高的手术成功率,且简化了 LBBaP 手术操作过程,手术时间较短,证明该方

法可行;(2)RVG 辅助 LBBaP 没有出现严重的手术相关并发症,证明该方法安全。与本研究相似,国内学者在使用九分区法行 LBBaP,也能简化手术操作流程,无须多导电生理仪指导,LBBaP 成功率达 90.20%^[14-15]。

VIJAYARAMAN 等^[16]研究发现,对于左束支传导阻滞的患者,LBBaP 可以将 QRSd 从(162±21)ms 缩短至(137±19)ms($P<0.001$)。与此相似,RAYMOND-PAQUIN 等^[17]也发现,术前合并左束支传导阻滞的患者行 LBBaP 能够将 QRSd 从(150.5±13.9)ms 缩短至(115.1±12.3)ms。本研究发现,对于术前 QRSd 较窄的患者,LBBaP 会增加 QRSd,但对于合并束支传导阻滞的患者,LBBaP 可以明显缩短 QRSd,这和其他研究结果相似^[18]。LBBaP 缩短完全性右束支阻滞患者 QRSd 的可能机制包括激动快速逆传至希氏束并随后前向激动右束支,或通过双极起搏(阳极夺获)或非选择性 LBBaP 单极起搏直接夺获右心室间隔面或者右束支^[19]。

JASTRZEBSKI 等^[20]纳入并分析了 2 533 例 LBBaP 的患者,8.3% 的患者在术中发生过室间隔穿孔。本研究中,8 例(11.9%)患者发生了室间隔穿孔,发现术者早期经验不足容易发生室间隔穿孔。老年低体重女性患者室间隔穿孔发生率较高,某些病例仅旋入 3~4 圈即可造成室间隔穿孔。对于合并完全性左束支阻滞的患者,LBBaP 术前需要植入临时起搏器予以保护,避免右心室间隔面操作损伤右束支导致三度 AVB。虽然 LBBaP 较右心室间隔部起搏增加了手术时间,但是与 HBP 比较,LBBaP 的手术时间更短^[21]。本研究采用 RVG 辅助 LBBaP,大大简化了手术操作流程,可能会进一步降低手术风险。

S-pLVAT 是指起搏脉冲到 R 波顶峰的时间,通常测量 V5、V6 导联,反映起搏脉冲到左心室侧壁除极的时间间期,达峰时间范围在 65~80 ms^[22],有研究将 S-pLVAT 作为 LBBaP 成功的重要指标之一。SU 等^[23]报道 618 例患者成功行 LBBaP,平均 S-pLVAT 为(73.87±11.36)ms;LI 等^[24]的研究中,平均 S-pLVAT 为(82.0±15.3)ms。本研究通过 V5 导联测得的平均 S-pLVAT 为(83.4±13.7)ms,与直接记录左束支电位比较,采用该指标判断 LBBaP 成功与否更加简单易行。术中直接记录左束支电位可以作为起搏电极非常靠近左束支或其分支的直接证据^[25]。然而,并不是每位接受 LBBaP 的患者都能记录到左束支电位,已发表的研究显示,直接记录左束支电位的概率为 26.7%~67.3%^[23-24]。本研究中,仅有 17 例(25.4%)患者直接记录到了左束支电位。根据当前已发表的研究,作者没有将记录左束支电位作为判定 LBBaP 成功与否的标准^[15,26]。

本研究存在一定局限性。本研究是一项回顾性的单中心研究,尚未与其他定位方法(如九分区)直接比较,尚需进一步探索其优劣性;LBBaP 术后 QRS 波较窄提示心室同步化效果较好,然而,LBBaP 是否能为患者带来益处还需要长时间随访来验证;RVG 辅助 LBBaP 电极植入采用解剖定位,虽然手术成功率较高,但电极头端到达的区域尚未通过电生理导管直接标测左束支电位以验证;由于 RVG 需要使用造影剂,作者未纳入慢性肾病或对造影剂过敏的患者,可能存在选择偏倚。综上所述,RVG 辅助 LBBaP 手术具有操作简单、可行性及安全性高的特点,但未来仍需前瞻性、大样本、多中心研究进一步验证。

参考文献

- [1] KAYE G C, LINKER N J, MARWICK T H, et al. Effect of right ventricular pacing lead site on left ventricular function in patients with high-grade atrioventricular block: results of the protect-pace study[J]. *Eur Heart J*, 2015, 36(14): 856-862.
- [2] WILKOFF B L, COOK J R, EPSTEIN A E, et al. Dual-chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the dual chamber and VVI implantable defibrillator (DAVID) trial[J]. *JAMA*, 2002, 288(24): 3115-3123.
- [3] VIJAYARAMAN P, NAPERKOWSKI A, ELLENBOGEN K A, et al. Electrophysiologic insights into site of atrioventricular block[J]. *JACC*, 2015, 1(6): 571-581.
- [4] HUANG W, CHEN X, SU L, et al. A beginner's guide to permanent left bundle branch pacing[J]. *Heart Rhythm*, 2019, 16(12): 1791-1796.
- [5] PADALA S K, ELLENBOGEN K A. Left bundle branch pacing is the best approach to physiological pacing[J]. *Heart Rhythm*, 2020, 17(1): 59-67.
- [6] ZHANG S, ZHOU X, GOLD M R. Left bundle branch pacing: JACC review topic of the week[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(24): 3039-3049.
- [7] PADALA S K, MASTER V M, TERRICABRAS M, et al. Initial experience, safety, and feasibility of left bundle branch area pacing[J]. *JACC*, 2020, 6(14): 1773-1782.
- [8] PONNUSAMY S S, ARORA V, NAMBOODI-

- RI N, et al. Left bundle branch pacing: a comprehensive review [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020, 31(9): 2462-2473.
- [9] LIU P, WANG Q, SUN H, et al. Left bundle branch pacing: current knowledge and future prospects [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 630399.
- [10] KARKI R, RAINA A, EZZEDDINE F M, et al. Anatomy and pathology of the cardiac conduction system [J]. *Cardiac Electrophysiol Clin*, 2021, 13(4): 569-584.
- [11] TAN J L, LEE J Z, TERRIGNO V, et al. Outcomes of left bundle branch area pacing for cardiac resynchronization therapy: an updated systematic review and meta-analysis [J]. *CJC Open*, 2021, 3(10): 1282-1293.
- [12] CANO O, VIJAYARAMAN P. Left bundle branch area pacing: implant technique, definitions, outcomes, and complications [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2021, 23(11): 155.
- [13] 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.
- [14] ZHANG J M, ZHANG Y X, CHEN J R, et al. Feasibility and safety of new simplified left bundle branch area pacing via nine-partition method [J]. *Chin J Cardiol*, 2020, 48(10): 848-852.
- [15] ZHANG J, WANG Z, ZU L, et al. Simplifying physiological left bundle branch area pacing using a new nine-partition method [J]. *Can J Cardiol*, 2021, 37(2): 329-338.
- [16] VIJAYARAMAN P, SUBZPOSH F A, 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.
- [17] RAYMOND-PAQUIN A, VERMA A, KOLOMINSKY J, et al. Left bundle branch area pacing in patients with atrioventricular conduction disease: a prospective multicenter study [J]. *Heart Rhythm*, 2022, 19(9): 1484-1490.
- [18] SHARMA P S, PATEL N R, RAVI V, et al. Clinical outcomes of left bundle branch area pacing compared to right ventricular pacing: results from the geisinger-rush conduction system pacing registry [J]. *Heart Rhythm*, 2022, 19(1): 3-11.
- [19] LI X, FAN X, LI H, et al. ECG patterns of successful permanent left bundle branch area pacing in bradycardia patients with typical bundle branch block [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2020, 43(8): 781-790.
- [20] JASTRZEBSKI M, KIELBASA G, CANO O, et al. Left bundle branch area pacing outcomes: the multicentre European MELOS study [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(40): 4161-4173.
- [21] PENG X, CHEN Y, WANG X, et al. Safety and efficacy of His-bundle pacing/left bundle branch area pacing versus right ventricular pacing: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2021, 62(3): 445-459.
- [22] 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.
- [23] SU L, WANG S, WU S, et al. Long-term safety and feasibility of left bundle branch pacing in a large single-center study [J]. *Circulation*, 2021, 14(2): e009261.
- [24] 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.
- [25] CHEN X, QIAN Z, ZOU F, et al. Differentiating left bundle branch pacing and left ventricular septal pacing: an algorithm based on intracardiac electrophysiology [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2022, 33(3): 448-457.
- [26] NIRI A, BHASKARAN A, ASTA J, et al. Stimulation and propagation of activation in conduction tissue: implications for left bundle branch area pacing [J]. *Heart Rhythm*, 2021, 18(5): 813-821.

(收稿日期: 2023-10-07 修回日期: 2024-03-03)

(编辑: 张芃捷)