

# 双定位法左束支区域起搏的可行性和安全性研究

刘文武 梁晋 陈成 武雯婷 钱钧

**【摘要】 目的:**探讨双定位法左束支区域起搏(LBBaP)的可行性及安全性。**方法:**回顾性纳入2020年1月至2020年12月于马鞍山市中心医院接受LBBaP的105例缓慢性心律失常患者,手术成功患者分为常规法LBBaP植入组(t-LBBaP组,  $n=46$ )和双定位法LBBaP植入组(d-LBBaP组,  $n=59$ )。比较2组基线临床资料、手术相关指标、术中和随访1年期间起搏器参数和并发症情况。**结果:**在105例患者中,99例成功行LBBaP,成功率94.3%。t-LBBaP组成功率42/46(91.3%),d-LBBaP组成功率57/59(96.6%)。d-LBBaP组电极植入尝试次数[( $1.89\pm0.88$ )次对( $2.64\pm1.01$ )次]、X线曝光时间[( $9.22\pm4.27$ )min对( $13.34\pm5.47$ )min]、手术时间[( $86.32\pm10.10$ )min对( $95.29\pm15.90$ )min]、术后3d肌钙蛋白水平均明显低于t-LBBaP组( $P$ 均 $<0.05$ )。t-LBBaP组术后6个月起搏器阈值较术中上升,d-LBBaP组术后1个月、t-LBBaP组术后6个月起搏器感知较术中上升,2组术后6个月起搏器阻抗较术中下降( $P$ 均 $<0.05$ )。随访过程中2组间起搏器阈值、感知、阻抗等参数的差异无统计学意义。2组术中及术后随访1年的并发症的差异无统计学意义。**结论:**双定位法LBBaP可以准确判断电极位置,操作简单,成功率高,是安全、可行的生理性起搏方式。

**【关键词】** 左束支区域起搏;双定位法;可行性;生理性起搏

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2023.05.013

**Safety and efficacy of left bundle branch area pacing via dual localization** LIU Wenwu<sup>1</sup>, LIANG Jin<sup>2</sup>, CHEN Cheng<sup>1</sup>, WU Wenting<sup>2</sup>, QIAN Jun<sup>2</sup>. 1. Department of Cardiology, Suzhou of TCM Hospital affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Suzhou 215009; 2. Department of Cardiology, Maanshan Central Hospital, Maanshan 243099, China

**【 Abstract 】 Objective:** To investigate the safety and efficacy of left bundle branch area pacing (LBBaP) via dual localization. **Methods:** A total of 105 patients with chronic brady-arrhythmias who received LBBaP in Maanshan Central Hospital from January to December 2020 were retrospectively enrolled and patient with successful surgery were divided into two groups based on LBBaP with double localization (LBBaP-d group,  $n=59$ ) and LBBaP with traditional method (LBBaP-t group,  $n=46$ ). Baseline clinical characteristics, procedure-related features, and pacemaker parameters at one-year follow-up, and post-procedure complications were collected. **Results:** Overall, LBBaP was successful in 99 patients (94.3%). The success rate was 91.3% in LBBaP-t group (42/46 patients) and 96.6% in LBBaP-d group (57/59 patients). Compared with LBBaP-t group, number of attempts for electrode implantation was lower ( $1.89\pm0.88$  vs.  $2.64\pm1.01$ ,  $P<0.001$ ), X-ray exposure time ( $9.22\pm4.27$  min vs.  $13.34\pm5.47$  min,  $P<0.001$ ) and procedural time ( $86.32\pm10.10$  min vs.  $95.29\pm15.90$  min,  $P=0.001$ ) were shorter and serum level of cTnT within the initial

基金项目:苏州市科技计划项目(SLT201962)

作者单位:215009 南京中医药大学附属苏州市中医医院心血管内科(刘文武,陈成);243099 马鞍山市中心医院心血管内科(梁晋,武雯婷,钱钧)

通信作者:钱钧, E-mail:331507302@qq.com

3 days post procedure was lower in LBBaP-d group (all  $P < 0.001$ ). Compared the measurement before the procedure, pacemaker threshold was higher at 6 months in LBBaP-t group ( $P < 0.05$ ). Pacemaker perception was improved at 1 and 6 months in LBBaP-d group and LBBaP-t group, respectively (all  $P < 0.05$  versus that before the procedure). For both groups, pacemaker impedance was decreased at 6 months ( $P < 0.05$ ). At 12 months of follow-up, all pacemaker parameters remained stable in the two groups. Post-procedure complications were not significantly different in both groups. **Conclusion:** LBBaP with double localization is a safe and feasible physiological pacing method, with accurate positioning, simple operation and high success rate.

**【 Keywords 】** Left bundle branch area pacing; Dual localization method; Feasibility; Physiological pacing

传统右心室起搏可导致心力衰竭、心房颤动等风险。生理性起搏,特别是希氏束起搏已被证明可以降低心力衰竭住院和死亡的风险。然而,希氏束起搏手术成功率低、起搏阈值高等问题,限制了其在临床中的应用<sup>[1-2]</sup>。左束支区域起搏(LBBaP)是近期出现的生理性起搏方式,相较于希氏束起搏,LBBaP可通过直接夺获左束支区域,激动心脏特殊传导系统,改善心动过缓,纠正心力衰竭<sup>[3-4]</sup>。由于左束支区域分布较广<sup>[5]</sup>,LBBaP的手术难度下降。目前,LBBaP植入方式多采用右前斜30°单定位法<sup>[6-7]</sup>。左束支解剖结构多变<sup>[8]</sup>,对于心脏转位或解剖异常的患者,容易出现判断误差。LBBaP术中需要反复进行电极的旋入旋出,导致手术时间延长及并发症发生。本研究探讨双定位法在LBBaP中的可行性和安全性。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性收集2020年1月至2020年12月在马鞍山市中心医院接受起搏器治疗的105例患者。纳入标准为符合起搏器植入指征,99例手术成功。根据起搏器植入方式不同将手术成功患者分为常规法LBBaP植入组(t-LBBaP组,  $n=46$ )和双定位法LBBaP植入组(d-LBBaP组,  $n=59$ )。排除标准:(1)LBBaP操作失败;(2)仅行起搏器更换术;(3)存在未纠正的急性心功能不全、感染等;(4)接受心脏再同步化治疗。本研究获得马鞍山市中心医院伦理委员会批准(2019021X),所有患者均签署知情同意书。

### 1.2 临床资料收集

收集患者年龄、性别、主要临床诊断、病史、心电图参数及术前和术后3d内的肌钙蛋白水平。

### 1.3 起搏器植入方法

t-LBBaP组采用常规的起搏器植入方法<sup>[3,9-10]</sup>,

d-LBBaP组采用双定位法植入起搏器。双定位方法:X线右前斜30°体位下,将心尖部顶点至心室收缩环区域分为3等区(A、B、C);X线左前斜45°体位下,沿上下心缘分为3等区(D、E、F),见图1。双定位法手术过程:将心电监护的胸导联贴在患者12导联心电图V<sub>1</sub>的位置。建立静脉通路(新盲法腋静脉穿刺法),插入导引钢丝,将用肝素盐水冲洗并组装好的C315-His鞘管(美国美敦力公司)沿导引钢丝送入右心室。经鞘管缓慢送入3830电极(美国美敦力公司)至导管头端,不出鞘。于右前斜30°,将鞘管和电极同步推送,跨三尖瓣后,整体调整鞘管和电极头端至右心室三尖瓣瓣环影下1.0~1.5 cm的B、C交界处。于左前斜45°进一步调整鞘管和电极头端至E、F交界处,并使其与间隔面垂直,将3830电极顺时针旋转4~6圈,单级起搏。观察多道仪上心电图V<sub>1</sub>导联QRS波形态,如若出现r/R波,则进一步缓慢旋入电极,直到V<sub>1</sub>导联出现右束支传导阻滞图形,输出低电压2 V/0.4 ms与高电压5 V/0.4 ms起搏时达峰时间均在90 ms以内且保持不变,提示电极到达左束支区域,测试起搏参数。最后,撤除鞘管,置入或不置入心房电极,固定电极并再次测试参数,观察起搏形态,连接起搏器并放入预制的囊袋中,缝合皮肤。左心室激动的峰值时间(S-pLVAT)为V<sub>5</sub>或V<sub>6</sub>导联起搏刺激至QRS波R波最高点的时间。

LBBaP成功的标准为符合以下2条体表心电图标准和1条腔内心电图标准。体表心电图标准:(1)单极起搏V<sub>1</sub>导联的QRS波呈右束支传导阻滞形态;(2)S-pLVAT<90 ms,且高、低电压起搏时S-pLVAT保持不变。腔内心电图标准:(1)记录到P电位;(2)起搏钉和QRS起始处有等电位线。

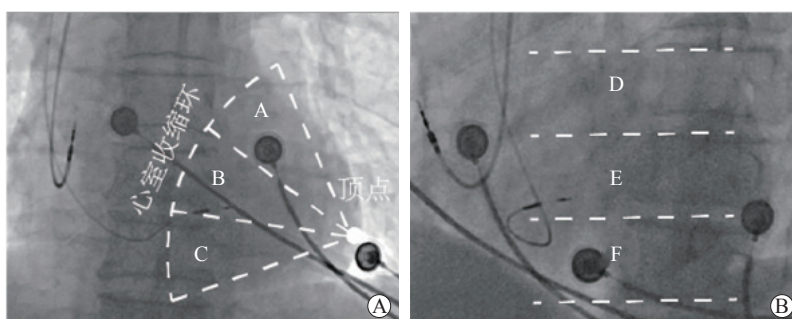
### 1.4 LBBaP术中、术后监测及随访

术中单级测试起搏器阈值、感知、阻抗;记录

电极植入尝试次数、QRS 时限、起搏 QRS 时限、X 线曝光时间、S-pLVA、起搏器类型、手术时间、手术成功率、手术并发症。术后 1、3、6、12 个月，对患者进行常规门诊随访，随访主要内容包括起搏器阈值、感知、阻抗等起搏器参数和并发症发生情况。

## 1.5 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差表示，组间比较采用独立样本  $t$  检验；计数资料以例数（百分数）表示，组间比较采用 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。



注：A 示右前斜 30°，电极位于 B 区，接近 B、C 交界处；B 示左前斜 45°，电极位于 E 区，接近 E、F 交界处

图1 不同体位LBBaP电极的影像学位置

## 2 结果

### 2.1 2组基线临床特征比较

99 例患者中病态窦房结综合征 38 例 (38.4%)，房室传导阻滞 43 例 (43.4%)，心房颤动 17 例 (17.2%)，心肌病 1 例 (1.0%)。d-LBBaP 组与 t-LBBaP 组性别、年龄、高血压、糖尿病、肌钙蛋白、心房颤动、冠状动脉粥样硬化性心脏病（冠心病）、脑卒中、起搏器类型及起搏器适应证的差异无统计学意义。见表 1。

### 2.2 2组手术相关指标及术后并发症比较

105 例患者中 99 例成功行 LBBaP，成功率

(94.3%)。其中 t-LBBaP 组成功率 42/46 (91.3%)；d-LBBaP 组成功率 57/59 (96.6%)。d-LBBaP 组术后 3 d 的肌钙蛋白水平明显低于 t-LBBaP 组 ( $P < 0.001$ )。见表 2。

d-LBBaP 组电极植入尝试次数、X 线曝光时间、手术时间均少于 t-LBBaP 组 ( $P$  均  $< 0.001$ )。2 组 QRS 时限、起搏 QRS 时限、S-pLVAT 的差异均无统计学意义。d-LBBaP 组电极穿孔 1 例 (1.8%)，t-LBBaP 组电极穿孔 1 例 (2.4%)，囊袋感染 1 例 (2.4%)，2 组术中及术后随访 1 年并发症的差异均无统计学意义 ( $P = 0.388$ )。见表 2。

表1 2组患者基线资料比较

项目	d-LBBaP组 (n=57)	t-LBBaP组 (n=42)	$\chi^2/t$	P
男性/例 (%)	39 (68.4)	26 (61.9)	0.455	0.500
年龄/岁	76.7 $\pm$ 7.9	74.4 $\pm$ 9.8	1.281	0.461
高血压/例 (%)	46 (80.7)	30 (71.4)	1.166	0.280
糖尿病/例 (%)	19 (33.3)	15 (35.7)	0.061	0.805
心房颤动/例 (%)	8 (14.0)	9 (21.4)	0.929	0.335
冠心病/例 (%)	37 (64.9)	26 (61.9)	0.095	0.759
脑卒中/例 (%)	9 (15.8)	8 (19.0)	0.180	0.671
起搏器类型/例 (%)				
单腔起搏器	10 (17.5)	13 (31.0)	2.438	0.118
双腔起搏器	47 (82.5)	29 (69.0)	0.371	0.831
起搏器适应证/例 (%)				
病态窦房结综合征	21 (36.8)	17 (40.5)	0.135	0.713
房室传导阻滞	26 (45.6)	17 (40.5)	0.260	0.610
心房颤动伴长间歇	9 (15.8)	8 (19.0)	0.180	0.671

### 2.3 2组患者术中及随访期间起搏器电极参数比较

t-LBBaP 组术后 6 个月起搏器阈值较术中上升 ( $P<0.05$ ); d-LBBaP 组术后 1 个月、t-LBBaP

组术后 6 个月起搏器感知较术中上升 ( $P<0.05$ ); 2 组术后 6 个月起搏器阻抗较术中下降 ( $P<0.05$ ); 2 组间起搏器阈值、感知、阻抗等参数的差异无统计学意义。见表 3。

表2 2组患者肌钙蛋白水平、手术参数及并发症比较

项目	d-LBBaP组 (n=57)	t-LBBaP组 (n=42)	$\chi^2/t$	P
肌钙蛋白/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$				
术前	0.02±0.01	0.03±0.03	-1.082	0.075
术后1 d	0.14±0.05 <sup>(1)</sup>	0.24±0.09 <sup>(1)</sup>	-7.813	<0.001
术后2 d	0.10±0.04	0.21±0.07	-8.832	<0.001
术后3 d	0.05±0.02	0.08±0.05	-4.670	<0.001
电极植入尝试次数/次	1.89±0.88	2.64±1.01	-3.930	<0.001
手术时间/min	86.32±10.10	95.29±15.90	-3.319	0.001
X线曝光时间/min	9.22±4.27	13.34±5.47	-4.213	<0.001
QRS时限/ms	117.86±11.43	116.98±10.88	0.392	0.696
起搏QRS时限/ms	124.02±8.03	122.76±6.46	0.834	0.406
S-pLVAT/ms	66.36±9.3	67.48±9.18	-0.594	0.554
并发症/例 (%)			0.744	0.388
电极移位	0 (0)	0 (0)	—	—
电极穿孔	1 (1.8)	1 (2.4)	0.048	0.827
囊袋感染	0 (0)	1 (2.4)	1.371	0.242
心包渗液	0 (0)	0 (0)	—	—
血栓栓塞	0 (0)	0 (0)	—	—

注：与术前相比，<sup>(1)</sup> $P<0.01$

表3 2组患者术中及随访期间起搏器电极参数比较

项目	d-LBBaP (n=57)	t-LBBaP (n=42)	t	P
术中				
阈值	0.78±0.26	0.79±0.23	-0.159	0.874
感知/mV	8.01±3.32	7.61±3.56	0.569	0.571
阻抗/ $\Omega$	840.87±148.51	908.57±215.58	-1.852	0.067
随访1个月				
阈值	0.84±0.28	0.88±0.23	-0.686	0.495
感知/mV	9.47±3.22 <sup>(1)</sup>	9.00±2.93	0.748	0.456
阻抗/ $\Omega$	825.61±119.02	888.81±200.32	-1.960	0.053
随访3个月				
阈值	0.85±0.28	0.89±0.22	-0.766	0.446
感知/mV	9.38±3.10 <sup>(1)</sup>	8.96±2.84	0.680	0.498
阻抗/ $\Omega$	812.28±120.43	841.12±165.18	-1.005	0.317
随访6个月				
阈值	0.86±0.28	0.90±0.21 <sup>(1)</sup>	-0.797	0.428
感知/mV	9.53±3.06 <sup>(1)</sup>	9.16±2.61 <sup>(1)</sup>	0.639	0.524
阻抗/ $\Omega$	790.40±115.07 <sup>(1)</sup>	814.83±153.14 <sup>(1)</sup>	-0.906	0.367
随访12个月				
阈值	0.87±0.27	0.91±0.21 <sup>(1)</sup>	-0.766	0.446
感知/mV	9.72±2.97 <sup>(2)</sup>	9.39±2.46 <sup>(2)</sup>	0.598	0.551
阻抗/ $\Omega$	783.40±113.64 <sup>(1)</sup>	801.76±148.77 <sup>(2)</sup>	-0.696	0.488

注：起搏阈值测试脉宽均为0.4 ms；与术中相比，<sup>(1)</sup> $P<0.05$ ，<sup>(2)</sup> $P<0.01$



### 3 讨论

本研究结果显示,双定位法指导 LBBaP 成功率高,术后随访起搏器参数稳定,且无明显的手术并发症发生。

Vijayaraman 等<sup>[11]</sup>报道 LBBaP 的成功率为 93/100 (93%), Chen 等<sup>[12]</sup>报道的成功率为 237/250 (94.8%)。本研究中双定位法 LBBaP 的成功率为 57/59 (96.6%),与之前的报道基本一致。双定位法 LBBaP 成功率明显高于希氏束起搏<sup>[13]</sup>。X 线右前斜 30°体位下可以清晰判断心脏舒张收缩时心室收缩环的位置。双定位法以心室收缩环及心尖部顶点作为参考点, X 线右前斜 30°体位下只能判断电极在间隔部的前后位置,由于患者存在不同的左束支走形和传导阻滞区域,间隔部高度容易误判,而结合 X 线左前斜 45°体位下可以准确判断电极在间隔部的位置,并可以观察电极与间隔的角度。双定位法可快速精确地选择最佳起搏位置,并明显减少术中 X 线时间。

在本研究中,术中及随访 1 年期间,起搏器总体参数稳定。d-LBBaP 组的 QRS 时限接近术前 QRS 时限,明显较右心室起搏 QRS 时限窄<sup>[14]</sup>,由于左束支传导系统在心脏内呈广泛网络状分布,其解剖特点使 LBBaP 相较于希氏束起搏更容易实现<sup>[5,15]</sup>,且电极头端深入心肌,靠近左束支走行区域,具有良好的稳定性、较低的阈值和较高的感知。研究显示,永久起搏器植入可引起肌钙蛋白的升高<sup>[16]</sup>。本研究结果也显示,术后患者可出现 cTnT 轻度、短暂的升高,双定位法可避免单定位后因电极植入位置不理想而反复旋入、旋出电极造成的心肌损伤。行双定位法 LBBaP 的患者术后 cTnT 升高的程度低于行单定位法 LBBaP 的患者。本研究为单中心、非随机的小样本对照研究,后续仍需要长期、大样本的多中心研究予以验证。

综上所述,双定位法 LBBaP 可以准确判断电极位置,操作简单,成功率高,有效性及安全性高,在心脏转位、解剖异常等情况下更具有优势,值得进一步推广。

### 参 考 文 献

- [1] Bhatt AG, Musat DL, Milstein N, et al. The efficacy of his bundle pacing: lessons learned from implementation for the first time at an experienced electrophysiology center[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2018, 4(11):1397-1406.
- [2] Vijayaraman P, Dandamudi G, Zanon F, et al. Permanent his bundle pacing: recommendations from a multicenter his

- bundle pacing collaborative working group for standardization of definitions, implant measurements, and follow-up[J]. Heart Rhythm, 2018, 15(3):460-468.
- [3] 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-e3.
- [4] Jastrzębski 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.
- [5] Padala SK, Cabrera JA, Ellenbogen KA. Anatomy of the cardiac conduction system[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2021, 44(1):15-25.
- [6] Liu X, Niu HX, Gu M, et al. Contrast-enhanced image-guided lead deployment for left bundle branch pacing[J]. Heart Rhythm, 2021, 18(8):1318-1325.
- [7] Jiang H, Hou X, Qian Z, et al. A novel 9-partition method using fluoroscopic images for guiding left bundle branch pacing[J]. Heart Rhythm, 2020, 17(10):1759-1767.
- [8] Israel CW, Tribunyan S, Yen Ho S, et al. Anatomy for right ventricular lead implantation[J]. Herzschrittmacherther Elektrophysiol, 2022, 33(3):319-326.
- [9] 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.
- [10] Hou X, Qian Z, Wang Y, et al. Feasibility and cardiac synchrony of permanent left bundle branch pacing through the interventricular septum[J]. Europace, 2019, 21(11):1694-1702.
- [11] 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.
- [12] Chen X, Jin Q, Bai J, et al. The feasibility and safety of left bundle branch pacing vs. right ventricular pacing after mid-long-term follow-up: a single-centre experience[J]. Europace, 2020, 22(Suppl\_2):33370799.
- [13] Zanon F, Ellenbogen KA, Dandamudi G, et al. Permanent His-bundle pacing: a systematic literature review and meta-analysis[J]. Europace, 2018, 20(11):1819-1826.
- [14] Sharma PS, Patel NR, 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.
- [15] Sedmera D, Gourdie RG. Why do we have Purkinje fibers deep in our heart?[J]. Physiol Res, 2014, 63(Suppl 1):S9-18.
- [16] Chen X, Yu Z, Bai J, et al. Troponin T elevation after permanent pacemaker implantation[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2017, 49(2):211-218.

(收稿:2022-11-01 修回:2023-05-17)

(本文编辑:胡晓静)