

左室达峰时间对心功能不全患者起搏术后左心功能中远期预后的影响及其预测价值*

梁晓芳¹ 罗培培² 宋艳斌¹ 薛社亮¹ 王娟¹ 凤伟祥¹ 李文华¹

[摘要] 目的:探讨刺激至左室达峰时间(sti-LVAT)对心力衰竭(心衰)患者起搏术后左心功能中远期预后的影响。方法:回顾性分析我院2019年1月—2023年5月收治的具有高心室起搏比例的起搏器植入患者89例。根据起搏部位分为左束支区域起搏(LBBAP)组(42例)、右室间隔部起搏(RVSP)组(13例)和右室心尖部起搏(RVAP)组(34例)。比较3组的基线资料、术中电生理参数和术后6个月左心功能等相关指标的差异。结果:术中LBBAP组起搏QRS宽度最窄,其次是RVSP组和RVAP。术中3组的单极阻抗有显著差异($P=0.005$)。与基线相比,LBBAP组术后6个月左室舒张末期径(LVEDD)、左房内径(LAD)和N末端B型脑钠肽前体(NT-proBNP)均显著下降[LVEDD:(48.12 ± 6.51) mm vs (50.45 ± 7.96) mm, $P=0.001$;LAD:(40.05 ± 5.92) mm vs (42.02 ± 7.20) mm, $P=0.002$;NT-proBNP:219.50(89.75,472.50) pg/mL vs 1166.50(683.75,2125.00) pg/mL, $P=0.001$],左室射血分数(LVEF)显著升高[(62.95 ± 4.99)% vs (58.31 ± 9.36)%, $P<0.001$];RVAP组术后6个月LAD显著增加[(42.82 ± 5.24) mm vs (41.06 ± 5.59) mm, $P=0.009$],LVEF则显著下降[(56.91 ± 7.18)% vs (60.38 ± 7.13)%, $P=0.041$];RVSP组术后6个月的LVEDD、LAD和LVEF则变化不明显。术中发现,LBBAP组sti-LVAT最短[(74.45 ± 12.90) ms],其次是RVSP组[(94.69 ± 11.00) ms]和RVAP组[(100.21 ± 11.44) ms],3组间差异明显($P<0.001$)。线性回归分析显示,sti-LVAT与术后6个月的ln(NT-proBNP)、LVEDD和LAD水平呈正相关($r=0.674,0.512,0.400$,均 $P<0.001$),与6个月的LVEF呈负相关($r=-0.510$, $P<0.001$)。多元线性回归分析显示,sti-LVAT可正向预测术后6个月NT-proBNP($b=0.051,\beta=0.646$, $P<0.001$)和LVEDD值($b=0.157,\beta=0.423$, $P<0.001$)。结论:LBBAP可显著改善心衰患者起搏术后的左心功能,减轻心室重构;sti-LVAT对高心室起搏比例的心衰患者术后6个月的左心功能有较好的预测价值。

[关键词] 左束支区域起搏;右室心尖部起搏;右室间隔部起搏;左室达峰时间;左心功能;心室重构

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.01.006

[中图分类号] R541.7 [文献标志码] A

The impact and predictive value of left ventricular activation time on the mid-to long-term left ventricular function after pacemaker therapy in patients with heart failure

LIANG Xiaofang¹ LUO Peipei² SONG Yanbin¹ XUE Sheliang¹
WANG Juan¹ FENG Weixiang¹ LI Wenhua¹

(¹Department of Cardiology,²Department of Gastroenterology, Wujin Hospital Affiliated with Jiangsu University, the Wujin Clinical College of Xuzhou Medical University, Changzhou, Jiangsu, 213017, China)

Corresponding author: LI Wenhua, E-mail: 64641233@qq.com

Abstract Objective: To investigate the impact of stimulus to left ventricular activation time(sti-LVAT) on the mid-to long-term prognosis of left ventricular function after pacemaker therapy in patients with heart failure.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 89 patients who underwent pacemaker implantation with a high ventricular pacing ratio at our hospital from January 2019 to May 2023. According to the pacing site, they were divided into the LBBAP group($n=42$), RVSP group($n=13$), and RVAP group($n=34$). Differences in baseline data, intraoperative electrophysiological parameters, and postoperative 6-month left ventricular function parameters were compared among the three groups. **Results:** The LBBAP group had the shortest pacing QRSd during the procedure, followed by the RVSP group and RVAP group. Significant differences in unipolar impedance during the procedure were observed among the three groups($P=0.005$). Compared to baseline, the LBBAP

*基金项目:常州市科技计划项目(No:CJ20230005、CJ20210012);江苏大学医教协同创新基金(No:JDYY2023077)

¹江苏大学附属武进医院心血管内科 徐州医科大学武进临床学院(江苏常州,213017)

²江苏大学附属武进医院消化内科 徐州医科大学武进临床学院

通信作者:李文华,E-mail:64641233@qq.com

引用本文:梁晓芳,罗培培,宋艳斌,等.左室达峰时间对心功能不全患者起搏术后左心功能中远期预后的影响及其预测价值[J].临床心血管病杂志,2024,40(1):26-32. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.01.006.

group had a significant decrease in LVEDD, LAD, and NT-proBNP after 6 months [LVEDD: (48.12±6.51) mm vs (50.45±7.96) mm, $P=0.001$; LAD: (40.05±5.92) mm vs (42.02±7.20) mm, $P=0.002$; NT-proBNP: 219.50(89.75, 472.50) pg/mL vs 1 166.50(683.75, 2 125.00) pg/mL, $P=0.001$], and a significant increase in LVEF [(62.95±4.99)% vs (58.31±9.36)%], $P<0.001$]. The RVAP group had a significant increase in LAD [(42.82±5.24) mm vs (41.06±5.59) mm, $P=0.009$] and a significant decrease in LVEF [(56.91±7.18)% vs (60.38±7.13)%], $P=0.041$] after 6 months; there were no significant changes in LVEDD, LAD, and LVEF in the RVSP group after 6 months. During the procedure, the LBBAP group had the shortest sti-LVAT [(74.45±12.90) ms], followed by the RVSP group [(94.69±11.00) ms] and RVAP group [(100.21±11.44) ms], with significant differences among the three groups ($P<0.001$). Linear regression analysis showed that sti-LVAT was positively correlated with ln(NT-proBNP), LVEDD, and LAD after 6 months ($r=0.674, 0.512, 0.400, P<0.001$), and negatively correlated with 6-month LVEF ($r=-0.510, P<0.001$). Multivariate linear regression analysis showed that sti-LVAT could positively predict 6-month NT-proBNP ($b=0.051, \beta=0.646, P<0.001$) and LVEDD values ($b=0.157, \beta=0.423, P<0.001$). **Conclusion:** LBBAP can significantly improve left ventricular function and reduce ventricular remodeling after pacemaker therapy in patients with heart failure. sti-LVAT has good predictive value for left ventricular function in patients with heart failure and a high ventricular pacing ratio.

Key words left bundle branch area pacing; right ventricular septum pacing; right ventricular apex pacing; left ventricular activation time; left ventricular function; ventricular remodeling

右室心尖部起搏(RVAP)作为一种经典的起搏方式应用于临床已有60多年。然而,这种方式左心室激动晚于右心室达20~40 ms,造成心室间收缩不同步,最终可导致心功能恶化、心房颤动(房颤),甚至死亡^[1-3]。右室间隔部起搏(RVSP)虽可一定程度地减少心室间收缩的不同步,且相较心尖部起搏可降低房颤的发生,改善左心室射血分数(LVEF),但仍属于非生理性起搏,可引起左室重构,最终左心功能下降^[4]。近来,左束支区域起搏(LBBAP)作为一种接近“生理性起搏”的方式,相较于希氏束起搏(HBP)具有阈值稳定、固定牢靠和学习曲线短的优点,在国内得到广泛应用^[3]。

刺激至左室达峰时间(sti-LVAT)是常用的电生理参数,是反映左室收缩同步性和传导系统是否夺获的一项重要指标^[3]。临床上部分心力衰竭(心衰)患者虽实施了LBBAP术,但远期左心功能仍无明显改善的情况并不少见。目前临床上仍缺乏起搏方式对心功能不全患者左心功能中远期影响的有效评价方法和预测指标。本研究通过回顾性队列研究探讨 sti-LVAT 在不同起搏方式下对心衰患者左心功能中远期预后的影响,评估其对中远期左心功能的预测价值。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性分析2019年1月—2023年5月于我院因症状性心动过缓首次行起搏器植入的患者215例。纳入标准:①年龄>18岁,根据既定指南有起搏器植入指征^[5];②存在左心功能不全,即N末端B型脑钠肽前体(NT-proBNP)>450 pg/mL或LVEF<50%。排除标准:①心室起搏比例<75%;②患有恶性肿瘤且预期寿命<1年;③既往有心肌梗死或肥厚型心肌病;④资料不全。根据纳

入和排除标准,共有89例患者纳入研究。

根据起搏部位,将所纳入患者分为RVAP组(42例)、RVSP组(13例)和LBBAP组(34例)。起搏部位的选择综合患者个人意愿、术者偏好和临床实践确定。本研究实施符合《赫尔辛基宣言》,并经江苏大学附属武进医院伦理委员会批准(No: 2023-SR-047),所纳入患者均知情同意。

1.2 基线资料收集

收集患者基线资料,包括年龄、性别、吸烟史、既往史、血生化、QRS宽度(QRSd)和心脏超声指标[LVEF、左房直径(LAD)、左室舒张末期内径(LVEDD)、心输出量(CO)、三尖瓣反流(TR)和二尖瓣反流(MR)]。其中TR和MR程度分为0(无)、1(轻度)、2(中度)和3(重度)4个等级。心电图相关数据由两位有经验的心脏电生理医师进行测量和记录,心脏超声指标由两位有经验的心脏超声科医生进行采集。

1.3 起搏器植入方法

1.3.1 LBBAP 根据既往研究介绍的方法,通过左侧锁骨下静脉或腋静脉途径,送入3830电极导线和C315鞘至右心房内,根据术前心脏CT确定X线的最佳右前斜位(RAO)和左前斜位(LAO)投射角度^[3]。在最佳RAO透视体位时,鞘内造影显示三尖瓣环和右心室流入道影像,跨瓣将3830电极和C315鞘向前下推送15~20 mm,最佳LAO投射角度下确认电极垂直于室间隔面。根据术前心脏CT测量的主动脉窦最低横断面以下15~20 mm的室间隔厚度,顺时针方向拧动3830电极6~8圈,当出现室性期前收缩或单极起搏时呈左心室面起源形态的,停止拧入,从鞘内注射造影剂以测量导线在室间隔内的深度并确定可能的穿孔,并记录起搏图形和相关参数。一般单极阻抗要求

>500 Ω。左束支夺获标准:①高低电压起搏后 sti-LVAT 最短且恒定;②标准体表心电图 V₁ 导联呈 qR 或 rSR' 形态^[6]。术中常可见到浦肯野纤维,若起搏钉与腔内心电图间存在等电位线认为是选择性 LBBAP。

1.3.2 RVSP 采用左锁骨下或腋静脉途径,使用 5076 起搏导线按照以往的方法植入到右心室中位间隔位置^[7]。

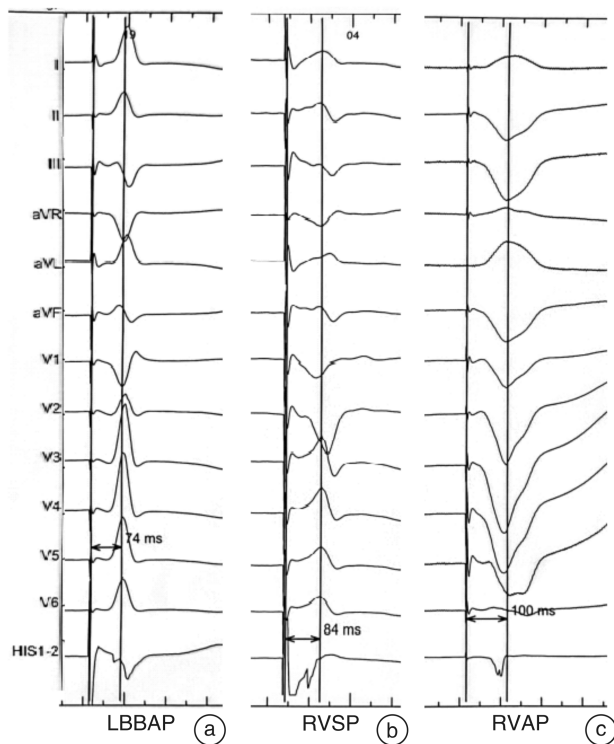
1.3.3 RVAP 同样采用左锁骨下或腋静脉途径,使用 ICM09B 起搏导线按照既往标准方法常规植入右心室心尖部位置。

1.4 手术相关指标收集

采集术中的相关指标,包括手术时间、起搏 QRSd、sti-LVAT、起搏器类型和起搏相关参数(起搏阈值、感知和阻抗)等。

1.5 sti-LVAT 的定义

sti-LVAT 定位为:LBBAP 或 RVSP 时,刺激信号至 V₅ 导联 R 波峰值的间期;RVAP 时,刺激信号至 V₅ 导联 S 波谷值的间期(图 1)。最短(一般 <80 ms)且恒定的 sti-LVAT 代表传导系统被夺获。



a:LBBAP 时 sti-LVAT 为 74 ms;b:RVSP 时 sti-LVAT 为 84 ms;c:RVAP 时 sti-LVAT 为 100 ms。

图 1 3 种起搏方式的 sti-LVAT 测量

Figure 1 Sti-LVAT measurement in three pacing methods

1.6 随访资料

患者术后 6 个月门诊随访,行心脏超声检查评估心脏结构和功能,采集 LVEF、LAD、LVEDD、

CO、TR 和 MR 等指标,并留取静脉血检测术后 6 个月的 NT-proBNP 水平。

1.7 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。正态分布的连续性变量采用 $\bar{X} \pm S$ 表示,非正态分布的连续性变量采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用单因素方差分析或秩和检验;分类变量用例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。sti-LVAT 与心功能参数的关联性分析采用线性回归,6 个月心功能的最佳预测因素采用多重线性回归分析。双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组基线资料的比较

LBBAP 组、RVSP 组和 RVAP 组间基线资料和临床特征相比较均差异无统计学意义。见表 1。

2.2 3 组手术相关参数的比较

LBBAP 组、RVSP 组和 RVAP 组总手术时间、QRSd、sti-LVAT 和单极阻抗相比较均差异有统计学意义(均 $P < 0.01$);3 组起搏器植入类型、R 波感知和起搏阈值相比较差异无统计学意义。见表 2。

2.3 术后心功能的中长期随访

与基线资料相比,LBBAP 组术后 6 个月 LVEDD、LAD 和 MR 程度和 NT-proBNP 水平均显著下降(均 $P < 0.01$),LVEF 和 CO 显著升高(均 $P < 0.001$);RVSP 组术后 6 个月 CO 较术前明显升高($P = 0.001$),NT-proBNP 水平变化不显著;RVAP 组术后 6 个月 LAD、MR 和 TR 程度较术前均显著增加(均 $P < 0.05$),LVEF 则显著下降($P = 0.041$),而 LVEDD 和 CO 虽有所增加,但尚未达到统计学差异,NT-proBNP 水平变化不显著。术后 6 个月 LVEDD、LVEF、MR 程度和 NT-proBNP 水平在 3 组间存在显著差异(均 $P < 0.05$)。见表 3。

2.4 sti-LVAT 与左心功能的线性回归分析

线性回归分析显示,术中 sti-LVAT 与术后 6 个月的 $\ln(\text{NT-proBNP})$ 、LVEDD、LAD 水平呈正相关($r = 0.674, 0.512, 0.400$, 均 $P < 0.001$),与 6 个月 MR 轻度正相关($r = 0.271, P = 0.010$),与 6 个月 LVEF 负相关($r = -0.510, P < 0.001$),与 6 个月 CO 和 TR 无显著相关性。见图 2。

将年龄、QRSd、术前 LVEF、术前 LAD、术前 LVEDD 和 sti-LVAT 作为自变量,术后 6 个月心功能指标 NT-proBNP 取 e 为底的自然对数作为因变量,纳入多元线性回归分析,结果显示,回归方程显著, $F = 12.684, P < 0.001$,其中仅 sti-LVAT 可正向预测术后 6 个月 NT-proBNP 水平($b = 0.051, \beta = 0.646, P < 0.001$)。见表 4。

将年龄、QRSd、术前 LVEF、术前 LAD、术前 ln(NT-proBNP)和 sti-LVAT 作为自变量,术后 6 个月 LVEDD 作为因变量,纳入多元线性回归分析,结果显示,回归方程显著, $F = 14.352, P < 0.001$,其中 sti-LVAT($b = 0.157, \beta = 0.423, P < 0.001$)和术前 LVEF($b = -0.273, \beta = -0.362, P < 0.001$)可正向预测术后 6 个月的 LVEDD 值。见表 5。

3 讨论

本研究发现,在高心室起搏比例($>75\%$)的心衰患者中,行 LBBAP 起搏方式可以获得更短的起搏 QRSd 和更低的单极阻抗值,6 个月的左心功能和心脏重构有更显著的改善;术中 sti-LVAT 与术

后 6 个月 LVEDD 和 NT-proBNP 水平呈显著的正相关;多重线性回归显示,sti-LVAT 对高心室起搏比例心衰患者术后 6 个月的 LVEDD 和 NT-proBNP 水平有正向预测价值。

传统的右室部起搏,起搏夺获的是右室局部心肌而非传导束,心肌细胞间缓慢的电传导导致心室收缩的不同步,从而增加心衰和房颤的发作^[8]。LBBAP 作为一种创新性的起搏技术,于 2017 年由 Huang 等^[9]首次公开报道。后续有大量研究证实此项技术较传统的右室起搏可以更大程度地实现患者的心室收缩同步性,改善左心功能,且具有手术成功率高、阈值稳定、并发症少等优点^[3,10-13]。

表 1 临床基线资料的比较

Table 1 Comparison of clinical baseline characteristics 例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

项目	LBBAP 组(42 例)	RVSP 组(13 例)	RVAP 组(34 例)	P
年龄/岁	72.21±10.00	70.00±10.15	76.26±7.05	0.086
男性	22(52.38)	6(46.15)	16(47.06)	0.870
高血压	32(76.19)	10(76.92)	29(85.29)	0.670
糖尿病	17(40.48)	2(15.38)	9(26.47)	0.208
冠心病	8(19.05)	2(15.38)	3(8.82)	0.461
脑梗死	5(11.90)	1(7.69)	0(0.00)	0.096
吸烟	11(26.19)	3(23.08)	6(17.65)	0.653
血清肌酐/($\mu\text{mol/L}$)	81.55(66.90,95.45)	75.60(63.45,81.50)	76.35(66.50,111.45)	0.451
谷丙转氨酶/(U/L)	23.00(16.75,34.25)	23.00(14.50,35.50)	20.00(12.25,24.25)	0.334
NT-proBNP/(pg/mL)	1 166.50(683.75,2 125.00)	1 010.00(577.50,1 605.00)	1 075.00(684.50,2 212.50)	0.855
QRS 时限/ms	122.31±36.66	117.92±30.03	113.18±30.01	0.497
超声心动图				
LVEDD/mm	50.45 ± 7.96	49.31 ± 5.81	50.21 ± 6.36	0.879
LAD/mm	42.02 ± 7.20	39.62 ± 5.47	41.06 ± 5.59	0.478
LVEF/%	58.31 ± 9.36	58.92 ± 7.97	60.38 ± 7.13	0.560
CO/(L/min)	3.63(3.02,4.25)	3.48(2.94,4.38)	4.35(3.27,5.30)	0.112
MR 平均分级	1	1	1	0.404
TR 平均分级	1	1	1	0.350

表 2 3 组术中相关参数的比较

Table 2 Comparison of intraprocedural parameters among the three groups 例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

项目	LBBAP 组(42 例)	RVSP 组(13 例)	RVAP 组(34 例)	P
手术时间/min	135.00(113.75,181.25)	115.50(87.50,172.50)	102.50(85.00,125.00)	<0.001
QRSd/ms	107.00(99.75,121.25)	160.00(126.00,168.50)	164.50(153.00,178.25)	<0.001
sti-LVAT/ms	74.45±12.90	94.69±11.00	100.21±11.44	<0.001
双腔起搏器	32(76.19)	12(92.31)	28(82.35)	0.471
起搏参数				
R 波感知/mV	11.80(7.90,15.00)	11.80(9.10,15.05)	12.50(8.98,14.63)	0.854
起搏阈值/V	0.60(0.50,0.80)	0.60(0.50,0.70)	0.55(0.50,0.83)	0.599
单级阻抗/ Ω	727.00(589.00,850.00)	780.00(520.00,855.50)	842.00(751.50,993.25)	0.005

表 3 3组基线和6个月随访心脏超声参数及 NT-proBNP 比较

Table 3 Comparison of baseline data and 6-month follow-up results of echocardiography parameters and NT-proBNP in three groups
 例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

项目	基线	术后6个月	P 值
LBBAP 组(42 例)			
LVEDD/mm	50.45±7.96	48.12±6.51	0.001
LAD/mm	42.02±7.20	40.05±5.92	0.002
LVEF/%	58.31±9.36	62.95±4.99	<0.001
CO/(L/min)	3.63(3.02,4.25)	5.08(4.47,5.57)	<0.001
MR 平均分级	1	0	0.003
TR 平均分级	1	1	0.352
NT-proBNP/(pg/mL)	1 166.50(683.75,2 125.00)	219.50(89.75,472.50)	0.001
RVSP 组(13 例)			
LVEDD/mm	49.31±5.81	51.00±5.60	0.363
LAD/mm	39.62±5.47	39.31±6.49	0.803
LVEF/%	58.92±7.97	56.54±7.10	0.140
CO/(L/min)	3.48(2.94,4.38)	4.65(4.18,5.45)	0.001
MR 平均分级	1	1	1.000
TR 平均分级	1	1	0.584
NT-proBNP/(pg/mL)	1 010.00(577.50,1 605.00)	780.00(530.00,1 900.00)	0.561
RVAP 组(34 例)			
LVEDD/mm	50.21±6.36	51.91±5.67	0.058
LAD/mm	41.06±5.59	42.82±5.24	0.009
LVEF/%	60.38±7.13	56.91±7.18	0.041
CO/(L/min)	4.35(3.27,5.30)	4.87(4.23,5.58)	0.050
MR 平均分级	1	1	0.044
TR 平均分级	1	1	0.020
NT-proBNP/(pg/mL)	1 075.00(684.50,2 212.50)	1 407.00(852.75,2 707.50)	0.397

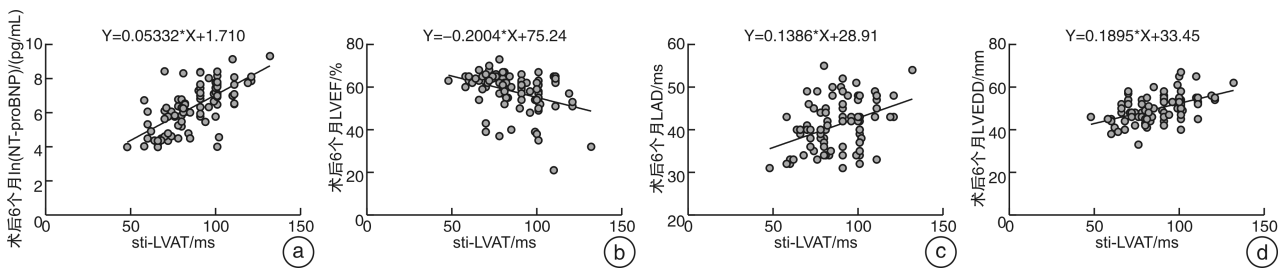


图 2 术中 sti-LVAT 与术后 6 个月 NT-proBNP 水平和心脏超声参数的相关性分析

Figure 2 Correlation analysis between intraoperative sti-LVAT and postoperative NT-proBNP levels and cardiac ultrasound parameters at 6 months

表 4 术后 6 个月 NT-proBNP 水平的多元回归模型

Table 4 A multiple regression model for NT-proBNP levels at 6 months after surgery

项目	B	BE	β	t	P	F	调整后 R ²
sti-LVAT	0.051	0.007	0.646	7.860	<0.001	12.684	0.443
年龄	0.016	0.012	0.107	1.327	0.188		
QRSd	0.005	0.004	0.121	1.237	0.219		
术前 LVEF	-0.007	0.069	-0.045	-0.468	0.641		
术前 LAD	-0.006	0.020	-0.030	-0.323	0.747		
术前 LVEDD	-0.001	0.021	-0.004	-0.035	0.973		

表5 术后6个月LVEDD的多元回归模型
Table 5 A multiple regression model for LVEDD levels at 6 months after surgery

项目	B	BE	β	t	P	F	调整后 R ²
sti-LVAT	0.157	0.029	0.423	5.355	<0.001	14.352	0.477
年龄	-0.047	0.054	-0.069	-0.871	0.386		
QRSd	0.024	0.017	0.128	1.417	0.160		
术前LVEF	-0.273	0.069	-0.362	-3.923	<0.001		
术前LAD	0.122	0.081	0.124	1.518	0.133		
术前ln(NT-proBNP)	0.184	0.662	0.024	0.278	0.782		

QRSd是反映心室肌电-机械同步性的重要指标。Chen等^[14]报道,LBBAP组的起搏QRSd明显短于右室起搏组[(111.85±10.77)ms vs (160.15±15.04)ms, P<0.001]。本研究也有类似发现,LBBAP组起搏QRSd明显短于RVSP组和RVAP组(P<0.001)。可能的机制如下:希浦系统呈扇形分布于左室间隔内膜面,LBBAP通过起搏夺获左侧的希浦系统,可实现左心室收缩的同步性,产生较窄的QRSd;一定数量的右束支在LBBAP时被逆向激动也是重要原因,产生近似生理性激动模式^[6]。有研究发现LBBAP可以有效维持右心室收缩同步性,可能与上述原因有关^[15]。这表明LBBAP在3种起搏方式中不同步性最小,这可能是取得良好临床疗效的一个重要因素。相反,RVSP这种非生理性起搏模式带来心室电机械收缩不同步,则会导致不良的临床结果^[16-17]。

Su等^[13]观察到LBBAP后患者LVEDD显著降低[(52.27±7.51)mm vs (50.73±6.71)mm, P<0.001],且LVEF明显改善[(57.08±16.60)% vs (62.36±12.20)%, P<0.001]。既往研究发现,LBBAP组术后12个月LVEDD较术前有显著改善(P=0.046),基线到12个月随访的变化值(ΔLVEDD)在LBBAP组、RVSP组和RVAP组之间有显著差异[(-3.21±4.06)mm vs (0.77±4.36)mm, (3.00±4.58)mm, P<0.001]^[3]。由于既往研究纳入的患者大部分左心功能正常,这可能会减少LBBAP对左心功能的影响。近期王珍等^[18]纳入有起搏器适应证的心衰患者,观察LBBAP起搏与双心室起搏的疗效差异,结果显示,LBBAP组有更低的BNP,NYHA心功能分级情况亦有明显改善(P<0.05)。本研究探讨不同起搏方式对术前已有心衰患者的影响,结果显示LBBAP组术后6个月LVEDD、LAD、MR和NT-proBNP水平较基线均有显著的下降(均P<0.01),LVEF和CO则均有显著升高(均P<0.001),而RVSP组则未表现出类似的效果;相反,RVAP组术后6个月LAD、MR和TR程度较基线均有显著增加(均P<0.05),LVEF则有显著下降(P<0.05)。这些随访结果与既往研究结论一致,

说明LBBAP对心衰患者同样具有显著的疗效。

术中起搏参数的测定是判断起搏安全的重要方式。近期一项研究发现,LBBAP组和RVSP组在术前、术后3个月的随访中,心室电极的阻抗、感知和起搏阈值均无明显差异(P>0.05)^[19]。本研究显示,LBBAP组术中的单极阻抗明显低于RVSP组和RVAP组(P=0.005)。这与以往研究结果不一致,可能与心室电极头端与心肌接触方式有关。本研究采用CT引导精准定位,LBBAP时3830电极的tip端位于或已接近左室内膜下,局部组织接触少,甚至电极tip端部分已接触到血液,阻抗下降,但不低于500Ω(提示可能穿孔),而RVSP和RVAP时,心室电极的tip端则深入心肌内或与肌小梁紧密接触,故而阻抗要高于LBBAP组。

sti-LVAT是术中监测的一个重要的电生理指标,其长短取决于起搏是否夺获左束支-浦肯野传导系统以及传导系统的传播速度。钱步云等^[20]研究发现,LBBAP组sti-LVAT要明显低于RVSP组[(65.25±19.79)ms vs (80.91±10.44)ms, P=0.003]。另一项研究显示,LBBAP组平均sti-LVAT为(86.21±16.89)ms,这可能与该研究纳入的是完全性左束支传导阻滞合并心衰的患者有关^[21]。本研究中,LBBAP组的sti-LVAT平均值最小[(74.45±12.90)ms],其次是RVSP组[(94.69±11.00)ms],RVAP组最长[(100.21±11.44)ms],3组间存在显著统计学差异(P<0.001),这与以往研究结果相似。因此,sti-LVAT也可作为评估左心室电失同步的一个重要指标。

然而,sti-LVAT能否作为心衰患者起搏术后左心功能的预测指标,既往研究并未给予答案。本研究通过建立线性回归方程探讨了sti-LVAT与起搏术后心衰患者左心功能指标的相关性,结果发现术中sti-LVAT与术后6个月的ln(NT-proBNP)、LVEDD、LAD水平呈正相关(r=0.674、0.512、0.400,均P<0.001),与6个月LVEF呈负相关(r=-0.510, P<0.001)。多元线性回归分析表明,sti-LVAT可正向预测术后6个月LVEDD值和NT-proBNP水平(均P<0.001)。以上结果表明短的sti-LVAT代表了近似生理的

心室激动模式,心室可实现电-机械的同步性,从而改善左心功能,逆转心室重构。相反,越宽的 sti-LVAT 意味着心室激动时间延长,心室电-机械失同步,这可能会导致左心室功能受损。因此,sti-LVAT 是一个值得关注的评价心衰患者起搏术后左心功能预后的重要指标。

综上所述,LBBAP 可以显著改善心衰患者起搏术后的左心功能,减轻其心室重构。sti-LVAT 对高心室起搏比例的心衰患者术后 6 个月的左心功能有较好的预测价值。

本研究的局限性:为回顾性、单中心、小样本的队列研究;纳入的研究对象是 NT-proBNP 水平 > 450 ng/mL 或 LVEF $< 50\%$ 的患者,不能排除心衰以外原因导致的 NT-proBNP 水平升高情况,这可能对研究结果产生一定的影响。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王冬梅.心力衰竭伴起搏适应证患者双心室再同步治疗的探讨[J].中国循证心血管医学杂志,2015,7(4):433-434.
- [2] Merchant FM,Mittal S. Pacing-Induced Cardiomyopathy[J]. Card Electrophysiol Clin,2018,10(3):437-445.
- [3] Li W,Ding Y,Gong C,et al. Comparisons of electrophysiological characteristics, pacing parameters and mid-to long-term effects in right ventricular septal pacing, right ventricular apical pacing and left bundle branch area pacing[J]. BMC Cardiovasc Disord,2022,22(1):417.
- [4] Zou C,Song J,Li H,et al. Right ventricular outflow tract septal pacing is superior to right ventricular apical pacing [J]. J Am Heart Assoc,2015,4(4):e001777.
- [5] 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.
- [6] Gao MY,Tian Y,Shi L,et al. Electrocardiographic morphology during left bundle branch area pacing: Characteristics, underlying mechanisms, and clinical implications[J]. Pacing Clin Electrophysiol,2020,43(3):297-307.
- [7] Hillock RJ,Mond HG. Pacing the right ventricular outflow tract septum:time to embrace the future[J]. Europace,2012,14(1):28-35.
- [8] De Sisti A,Márquez MF,Tonet J,et al. Adverse effects of long-term right ventricular apical pacing and identification of patients at risk of atrial fibrillation and heart failure[J]. Pacing Clin Electrophysiol,2012,35(8):1035-1043.
- [9] 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.
- [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] Cai B,Huang X,Li L,et al. Evaluation of cardiac synchrony in left bundle branch pacing: Insights from echocardiographic research[J]. J Cardiovasc Electrophysiol,2020,31(2):560-569.
- [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):ii36-ii44.
- [13] 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]. Circ Arrhythm Electrophysiol,2021,14(2):e009261.
- [14] Chen K,Li Y,Dai Y,et al. Comparison of electrocardiogram characteristics and pacing parameters between left bundle branch pacing and right ventricular pacing in patients receiving pacemaker therapy [J]. Europace,2019,21(4):673-680.
- [15] 严霜霜,熊峰,张丽娟,等.二维斑点追踪技术评价左束支区域起搏早期右心室收缩功能及同步性[J].临床心血管病杂志,2022,38(7):561-565.
- [16] Hussain MA,Furuya-Kanamori L,Kaye G,et al. The Effect of Right Ventricular Apical and Nonapical Pacing on the Short-and Long-Term Changes in Left Ventricular Ejection Fraction: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trials [J]. Pacing Clin Electrophysiol,2015,38(9):1121-1136.
- [17] Abdelrahman M,Subzposh FA,Beer D,et al. Clinical Outcomes of His Bundle Pacing Compared to Right Ventricular Pacing [J]. J Am Coll Cardiol,2018,71(20):2319-2330.
- [18] 王珍,陈倩,黄容,等.左束支起搏在心力衰竭合并房室传导阻滞患者中的临床疗效初步研究[J].临床心血管病杂志,2022,38(9):743-748.
- [19] 陈奕.左束支区域起搏与右心室间隔部起搏对心力衰竭合并心房颤动的影响[J].浙江实用医学,2022,27(6):451-455.
- [20] 钱步云,陈璐,苟中山,等.左束支起搏对心室起搏依赖患者心功能的保护作用[J].南京医科大学学报(自然科学版),2022,42(12):1703-1709.
- [21] 黄珍珍,肖子龙,禹子清,等.左束支区域起搏与双心室起搏对心脏再同步治疗预后的影响[J].中华心律失常学杂志,2023,27(2):142-147.