

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.22.016

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20230921.1800.020\(2023-09-21\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20230921.1800.020(2023-09-21))

左束支不同部位起搏的临床特点分析*

乔建忠,张斌,汪杰,潘令新,熊恩来[△]

(铜陵市人民医院心血管内科,安徽铜陵 244000)

[摘要] **目的** 研究左束支不同部位起搏对心电图 QRS 波时限、形态及起搏参数的影响。**方法** 选取 2020 年 3 月至 2022 年 10 月该院符合起搏适应证并成功行左束支起搏(LBBP)的 94 例患者作为研究对象。根据起搏后的体表心电图形态,将受试者分成左束支主干起搏(LBTP)组与左束支分支起搏(LBFP)组,LBFP 组再细分为左后分支起搏(LPFP)组与左前分支起搏(LAFP)组。记录各组起搏后心电图 QRS 波的时限、形态,术中、术后 3 个月的起搏参数(包括起搏阈值、电极感知、电极阻抗),术前、术后 3 个月的血 B 型钠尿肽(BNP)水平。观察各组患者术中及术后并发症发生情况。**结果** LBTP 组起搏后 QRS 波时限(103.91 ± 7.86)ms 低于 LBFP 组的(108.43 ± 8.72)ms,差异有统计学意义($P < 0.05$),而 LPFP 组起搏后 QRS 波时限(108.51 ± 8.93)ms 与 LAFP 组(108.29 ± 8.51)ms 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。起搏后 V1 导联 QRS 波形态分布以 Qr 型为主,各组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。LBTP 组与 LBFP 组、LPFP 组与 LAFP 组术中和术后 3 个月起搏阈值、电极感知、电极阻抗比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。LBTP 组与 LBFP 组术前和术后 3 个月 BNP 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** LBTP 在心室电同步性方便优于 LBFP,两者术中和术后 3 个月起搏参数均较理想。

[关键词] 左束支主干起搏;左束支分支起搏;QRS 波时限;QRS 波形态;起搏参数**[中图分类号]** R541.7**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)22-3455-05

Analysis on clinical characteristics of pacing in different parts of left bundle branch*

QIAO Jianzhong, ZHANG Bin, WANG Jie, PAN Lingxin, XIONG Enlai[△]

(Department of Cardiovascular Internal Medicine, Tongling Municipal People's Hospital, Tongling, Anhui 244000, China)

[Abstract] **Objective** To study the effects of pacing at different parts of left bundle branch on the duration, morphology and pacing parameters of QRS wave in electrocardiogram. **Methods** Ninety-four patients with successful left bundle branch pacing (LBBP) conforming to the pacing indication in this hospital from March 2020 to October 2022 were selected as the study subjects. They were divided into the left bundle trunk pacing (LBTP) and left bundle fascicular pacing (LBFP) group according to the body surface ECG morphology, and the LBFP group was subdivided into the left posterior fascicle pacing (LPFP) group and left anterior fascicle pacing (LAFP) group. The duration and shape of ECG QRS wave after pacing and pacing parameters (including pace-making threshold value, selctrode perception and electrode impedance) during the operation and in 3 months after operation, blood BNP levels before operation and in postoperative 3 months were recorded in each group. The complications occurrence situation during operation and after operation were observed in each group. **Results** The QRS duration after pacing in the LBTP group was significantly lower than that in the LBFP group [(103.91 ± 7.86) ms vs. (108.43 ± 8.72) ms, $P < 0.05$], and the difference was statistically significant ($P > 0.05$), while the QRS duration after pacing between the LBTP group and LAFP group had no statistical difference [(108.51 ± 8.93) ms vs. (108.29 ± 8.51) ms, $P > 0.05$]. The QRS morphologies distribution in the lead V1 after pacing was mainly the Qr pattern, and there was no statistically significant differences among the groups ($P > 0.05$). There were no statistically significant differences in the pacing threshold value, electrode perception and electrode impedance during operation and in postoperative 3 months between LBTP

* 基金项目:安徽省铜陵市卫生健康委员会医学科研项目[卫科研(2021)7号]。 作者简介:乔建忠(1988—),主治医师,硕士,主要从事心脏起搏与电生理的基础与临床方面研究。 [△] 通信作者, E-mail: xiongel@126.com。

and LBFP group, and LPFP group and LAFP group ($P > 0.05$). There were no statistically significant difference in the BNP level before operation and in postoperative 3 months between the LBTP group and LBFP group ($P > 0.05$). **Conclusion** LBTP is superior to LBFP in the aspect of ventricular electrical synchronization, and the pacing parameters of the both are ideal during operation and in postoperative 3 months.

[Key words] left bundle trunk pacing; left bundle fascicular pacing; QRS duration; QRS morphology; pacing parameters

近年来,最佳生理起搏模式成为起搏技术领域的研究热点。希氏束起搏(His bundle pacing, HBP)被认为是“最生理的起搏模式”,其通过起搏希氏束使电激动沿传导系统激动双心室,实现左右心室及左心室内的快速同步化。然而,HBP存在术中起搏阈值偏高、长期有一定比例的阈值升高、植入点未能跨过阻滞部位等缺陷,使其较难广泛应用于所有起搏患者,尤其是阻滞部位在希氏束以下或者更远端的患者^[1-2]。2017年,国内学者首次提出经静脉、穿间隔、间隔内的左束支起搏(left bundle branch pacing, LBBP)技术^[3]。相对于右心室心尖部起搏,LBBP的QRS波时限更窄且起搏参数同样稳定^[4]。左束支由一段短而粗的主干及其分出的两个主要分支组成,其分支分别为左后分支(left posterior fascicle, LPF)和左前分支(left anterior fascicle, LAF)^[5]。左束支不同部位起搏对于心室收缩的电学同步性是否有影响,以及左束支主干起搏(left bundle trunk pacing, LBTP)与左束支分支起搏(left bundle fascicular pacing, LBFP)后起搏参数是否同样稳定,尚无研究定论^[6-7]。本研究旨在探索LBTP与LBFP对心电图QRS波时限、形态、电极起搏参数及心功能的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年3月至2022年10月本院收治的心动过缓并成功行LBBP的94例患者为研究对象。纳入标准:(1)符合永久性心脏起搏治疗的I类适应证^[8];(2)签署知情同意书。排除标准:(1)存在束支传导阻滞的患者;(2)需行心脏再同步化治疗的患者;(3)合并严重脏器功能不全或凝血功能异常不能耐受手术的患者;(4)不能按时随访的患者。所有研究对象根据起搏后的体表心电图特点分成LBTP组与LBFP组,LBFP组再细分为左后分支起搏(left posterior fascicle pacing, LPFP)组与左前分支起搏(left anterior fascicle pacing, LAFP)组。LBTP组34例,心电图呈右束支阻滞图形,肢体导联QRS波形态与窦性心律相似;LPFP组39例,心电图呈右束支阻滞图形,电轴左偏,I、AVL导联呈qR型,II、III、AVF导联呈rS型;LAFP组21例,心电图呈右束支阻滞图形,电轴右偏,II、III、AVF导联呈qR型,I、AVL导联呈rS型,见图1。LBTP组与LBFP组、LPFP组与LAFP组患者的一般资料比较,差异无统计学意义

($P > 0.05$),见表1、2。

1.2 方法

1.2.1 起搏电极植入方法

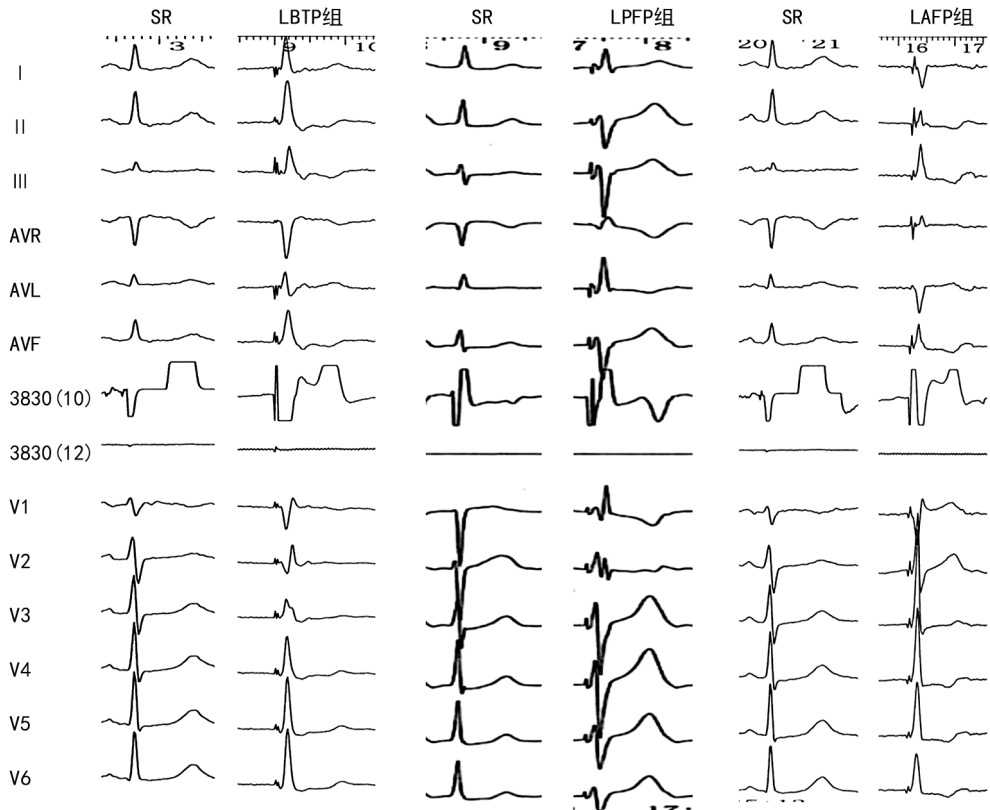
常规消毒、铺巾,采用Seldinger穿刺法穿刺左锁骨下静脉或者腋静脉。在右前斜30°体位下沿泥鳅导丝送入C315希氏束鞘管(美国美敦力公司)至右心室中高位间隔处,再沿鞘管导入3830起搏电极,标记到最大希氏束电位后,沿该位置向心尖方向推送鞘管1~2cm,在左前斜40°~45°体位透视下稍微调整鞘管的方向使其顶端接近垂直脊柱。远端电极单极刺激2.0V/0.4ms可夺获心室肌且V1导联QRS波呈“W”型,旋拧电极进入室间隔,直至V1导联起搏的QRS波形呈右束支阻滞图形且QRS时限较窄,进行参数测试。部分室间隔较厚的患者,旋拧电极过程中QRS波宽度或V1导联R波不理想时,可沿C315希氏束鞘管侧孔注入少量造影剂,以了解电极在室间隔的位置和深度。

表1 LBTP组与LBFP组患者一般资料比较

项目	LBTP (n=34)	LBFP (n=60)	t/ χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	73.90±9.20	72.45±9.71	0.715	0.476
男性[n(%)]	13(38.2)	30(50.0)	1.210	0.271
高血压[n(%)]	22(64.7)	38(63.3)	0.018	0.894
糖尿病[n(%)]	7(20.6)	10(16.7)	0.225	0.635
心功能不全[n(%)]	8(23.5)	15(25.0)	0.025	0.873
房颤[n(%)]	7(20.6)	11(18.3)	0.071	0.789
冠心病[n(%)]	4(11.8)	4(6.7)	0.218	0.641
窦房结病变[n(%)]	12(35.3)	20(33.3)	0.037	0.847
房室传导阻滞[n(%)]	22(64.7)	40(66.7)	0.037	0.847
双腔起搏[n(%)]	30(88.2)	50(83.3)	0.411	0.521
单腔起搏[n(%)]	4(11.8)	10(16.7)	0.411	0.521

表2 LPFP组与LAFP组患者一般资料比较

项目	LPFP (n=39)	LAFP (n=21)	t/ χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	73.38±10.45	70.71±8.09	1.017	0.313
男性[n(%)]	16(41.0)	14(66.7)	3.590	0.058
高血压[n(%)]	28(71.8)	10(47.6)	3.436	0.064
糖尿病[n(%)]	7(17.9)	3(14.3)	<0.001	>0.999
心功能不全[n(%)]	11(28.2)	4(19.0)	0.611	0.435
房颤[n(%)]	8(20.5)	3(14.3)	0.060	0.807
冠心病[n(%)]	3(7.7)	1(4.8)	<0.001	>0.999
窦房结病变[n(%)]	15(38.5)	5(23.8)	1.319	0.251
房室传导阻滞[n(%)]	24(61.5)	16(76.2)	1.319	0.251
双腔起搏[n(%)]	34(87.2)	16(76.2)	0.527	0.468
单腔起搏[n(%)]	5(12.8)	5(23.8)	0.527	0.468



SR: 窦性心律。

图 1 3 组心电图比较

1.2.2 左束支夺获标准^[1,9]

体表心电图:(1)起搏心电图在 V1 导联 QRS 波群呈现右束支阻滞图形;(2)左心室达峰时间(left ventricular activation time, LVAT)在输出增高时突然缩短(≥ 10 ms),且继续增高输出时, LVAT 保持最短并恒定。腔内心电图:(1)记录到左束支电位;(2)起搏脉冲与 V 波之间存在分离。将同时满足 2 条体表心电图标准和任意一条腔内心电图标准的起搏定义为左束支起搏成功。

1.2.3 观察指标

起搏前 QRS 波时限,术中 LBBP 的起搏阈值、电极感知、电极阻抗,起搏后 QRS 波时限、V1 导联 QRS 波形态(Qr、qR、QR 或其他)、V5 或 V6 导联 QRS 波达峰时间。所有患者于术后 3 个月进行随访,应用起搏器程控仪对患者起搏阈值、电极感知、电极阻抗进行测定。记录术前及术后 3 个月随访时的血 B 型钠尿肽(brain natriuretic peptide, BNP)水平。记录术中、术后和随访期间并发症情况,包括有无气胸、恶性心律失常、电极脱位、电极穿孔、心包填塞、电极相关血栓形成、起搏系统感染等。

1.3 统计学处理

采用 SPSS20.0 软件进行统计学处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用秩和检验。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 不同组别间心电图数据比较

LBTP 组与 LBFP 组、LPFP 组与 LAFP 组间患者的起搏前心电图 QRS 波时限比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);LBTP 组患者的起搏后心电图 QRS 波时限短于 LBFP 组,差异有统计学意义($P < 0.05$);LPFP 组与 LAFP 组间患者的起搏后心电图 QRS 波时限比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);LBTP 组与 LBFP 组、LPFP 组与 LAFP 组间患者的 LVAT 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3、4。所有 LBBP 患者的 V1 导联 QRS 波形态中, Qr 型占 54.3%, qR 型占 20.2%, QR 型占 19.1%,其他(如 QS 型、rsR'型、R 型)占 6.4%,见图 2。

表 3 LBTP 组与 LBFP 组患者起搏前、后心电图数据比较($\bar{x} \pm s, ms$)

项目	LBTP 组 (n=34)	LBFP 组 (n=60)	t	P
起搏前 QRS 时限	97.09 ± 14.24	98.27 ± 17.04	-0.341	0.734
起搏后 QRS 时限	103.91 ± 7.86	108.43 ± 8.72	-2.503	0.014
LVAT	67.35 ± 7.40	69.47 ± 8.00	-1.264	0.209

2.2 不同组别间起搏参数比较

LBTP 组与 LBFP 组、LPFP 组与 LAFP 组间患者的术中起搏阈值、电极感知、电极阻抗比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后 3 个月各组的起搏阈值及电极阻抗有所下降,但 LBTP 组与 LBFP 组、LPFP

组与 LAFP 组间患者的起搏参数比较,差异仍无统计学意义($P>0.05$),见表 5、6。

表 4 LPFP 组与 LAFP 组患者起搏前、后心电图比较($\bar{x}\pm s, ms$)

项目	LPFP 组 ($n=39$)	LAFP 组 ($n=21$)	t	P
起搏前 QRS 时限	99.08±18.05	96.76±15.29	0.499	0.620
起搏后 QRS 时限	108.51±8.93	108.29±8.51	0.095	0.924
LVAT	69.38±8.22	69.62±7.77	-0.107	0.915

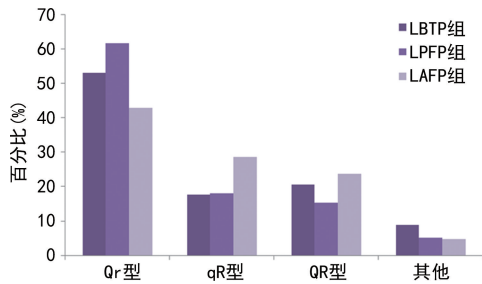


图 2 起搏后 V1 导联 QRS 波各型形态比较

2.3 LBTP 组与 LBFP 组术前、术后 3 个月 BNP 水平比较

LBTP 组与 LBFP 组组内术前、术后 3 个月 BNP 水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 7。

2.4 并发症情况

LBTP 组有 1 例于术后 24 h 内出现心房电极脱位,后经再次手术调整心房电极位置;LBTP 组、LPFP 组、LAFP 组心室 3830 电极均未出现脱位情况。LBTP 组与 LPFP 组均有 1 例患者术后出现起搏器囊袋血肿,经囊袋加压包扎等处理后血肿完全吸收。各组患者均未出现气胸、恶性心律失常、电极穿孔、心包

表 7 LBTP 组与 LBFP 组术前、术后 3 个月 BNP 水平比较[$M(Q_1, Q_3)$, pg/mL]

组别	n	术前 BNP	术后 3 个月 BNP	Z	P
LBTP 组	34	96.750(27.150,130.100)	110.150(47.075,126.875)	-1.641	0.101
LBFP 组	60	88.350(48.925,144.525)	94.550(59.150,139.575)	-1.701	0.089

3 讨论

LBBP 分为选择性 LBBP(S-LBBP)和非选择性 LBBP(NS-LBBP),S-LBBP 是指起搏只夺获左束支,而 NS-LBBP 是指起搏同时夺获左束支及其周边的间隔内膜心肌。S-LBBP 腔内心电图可见起搏脉冲与 V 波之间存在分离,NS-LBBP 因同时夺获周边心肌组织,故腔内心电图起搏脉冲与 V 波之间不存在分离。目前,左束支起搏的临床诊断标准为^[1]:起搏导线位于左束支区域,一般可记录到左束支电位。起搏后 QRS 波呈右束支传导阻滞图形,且符合下述两条之一,临床上确定为 LBBP:(1)LVAT 在起搏输出增高时突然缩短(≥ 10 ms),且随输出继续升高保持恒定;(2)出现 S-LBBP。左束支不同部位起搏均可达到左束支

填塞、电极相关血栓形成、起搏系统感染等严重并发症。

表 5 LBTP 组与 LBFP 组患者术中及术后 3 个月起搏参数比较($\bar{x}\pm s$)

项目	LBTP 组 ($n=34$)	LBFP 组 ($n=60$)	t	P
术中				
阈值(V)	0.60±0.35	0.62±0.26	-0.389	0.698
R 波幅度(mV)	10.49±4.23	9.14±3.53	1.647	0.103
阻抗(Ω)	686.30±107.90	679.80±108.80	0.276	0.783
术后 3 个月				
阈值(V)	0.50±0.24	0.52±0.22	-0.491	0.624
R 波幅度(mV)	10.63±4.14	9.34±3.54	1.595	0.114
阻抗(Ω)	596.40±78.55	598.10±78.43	-0.103	0.918

表 6 LPFP 组与 LAFP 组患者术中及术后 3 个月起搏参数比较($\bar{x}\pm s$)

项目	LPFP 组 ($n=39$)	LAFP 组 ($n=21$)	t	P
术中				
阈值(V)	0.65±0.27	0.54±0.27	1.470	0.147
R 波幅度(mV)	9.70±5.06	9.34±3.59	0.284	0.777
阻抗(Ω)	681.30±111.60	677.10±105.90	0.142	0.888
术后 3 个月				
阈值(V)	0.53±0.23	0.49±0.21	0.715	0.478
R 波幅度(mV)	9.45±3.99	9.14±2.61	0.314	0.755
阻抗(Ω)	598.80±85.26	596.80±65.84	0.094	0.925

起搏的临床诊断标准,但心电图却有不同特点。左束支在解剖上由一段短而粗的主干和 2 个分支,即 LAF 和 LPF 组成。LAF 的解剖结构紧凑、薄且细长,而 LPF 在解剖上则较 LAF 粗大^[5]。本研究入组的 94 例 LBBP 患者中也以 LPFP 更为多见。

研究发现,LBTP 及 LBFP 均可达到较理想的 QRS 波形态,但 LBTP 与 LBFP 之间在 QRS 波时限上有无明显差异,与目前研究结果并不一致^[6-7]。QRS 波时限反映心室收缩的电学同步性。本研究中,LBTP 组的 QRS 波时限短于 LBFP 组,提示在实现心室同步方面 LBTP 优于 LBFP。但无论是 LBTP 还是分支起搏的 LPFP 与 LAFP,平均 QRS 波时限均低于 110 ms,提示心室同步性均优于传统的右心室心尖部

或间隔部起搏。

本研究中, LBTP 组、LPFP 组、LAFP 组患者中 V1 导联 QRS 波在形态分布上无明显差异, 均以 Qr 型为主, 与目前其他的研究结果类似^[10]。一般 LBBP 心电图会出现右束支阻滞图形, 但与经典右束支阻滞心电图相比, QRS 波形态会有所差异, 主要表现在 V1 导联上, 为 Qr、QR、qR、rSR' 等。造成上述差异的原因可能是 LBBP 夺获左束支的同时也夺获了周边部分心肌组织, 或是患者正常的右束支参与了心脏的激动传导。

HBP 可获得更好的电学同步性, 且与传统双心室同步起搏比较, 对于心力衰竭患者具有左心室射血分数提升趋势^[11]。但研究显示, 随着时间延长, HBP 的起搏阈值有升高趋势^[12-13]。导致 HBP 阈值升高的原因目前尚不能完全明确, 可能与导线固定不稳定、自身传导束病变进展、起搏未能跨越阻滞位点等有关。LBBP 术中起搏电极植入左室间隔心内膜下, 因左束支解剖上呈扇形广泛分布在左侧室间隔的心内膜下, 周围被少许纤维包裹, 所以电极植入时的定位相对简单, 且获得的左束支夺获阈值低且稳定。本研究 LBTP 组、LPFP 组、LAFP 组患者术中平均起搏阈值均较低 (<1.0 V), 余起搏参数也在理想范围 (起搏感知 > 5 mV, 起搏单极阻抗 > 500 Ω), 且术后 3 个月起搏阈值并无增高趋势, 这与目前国内外报道结果一致^[3-4, 7]。

研究发现, 无论右心室间隔部起搏还是心尖部起搏, 均会造成心室收缩不同步, 从而诱发心力衰竭加重^[14]。本研究术后 3 个月随访发现, LBTP 组、LBFP 组起搏器植入 3 个月后 BNP 水平未见明显升高, 考虑可能与 LBBP 较高的电同步和机械同步有关。研究也证实, LBBP 能够改善心力衰竭患者的心功能情况^[15]。

本研究术中及术后未出现心室 3830 电极穿孔及脱位现象, 但基于左束支的特殊解剖结构及 LBBP 的操作特点, LBBP 仍存在着室间隔内血肿、电极穿透左心室内膜和血栓形成等风险。为尽量避免上述并发症的发生, 术前应了解患者室间隔厚度, 术中旋入电极过程中密切观察起搏形态及起搏参数变化等。

本研究存在以下局限性: (1) 考虑到束支传导阻滞可能影响起搏后的 QRS 波形态及时限, 本研究没有纳入术前存在束支传导阻滞的患者, 故研究结论并不适用于所有行 LBBP 的患者; (2) 本研究样本量相对较小, 且随访时间不长, 对于远期预后的比较仍需要进行大样本量研究和长时间随访。

综上所述, LBTP 在心室电同步性方便优于 LBFP, 但两者术中和术后 3 个月起搏参数均较理想。

参考文献

[1] 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.

- [2] SHARMA P S, VIJAYARAMAN P, ELLENBOGEN K A. Permanent His bundle pacing: shaping the future of physiological ventricular pacing[J]. Nat Rev Cardiol, 2020, 17(1): 22-36.
- [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.
- [4] 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.
- [5] ELIZARI M V. The normal variants in the left bundle branch system[J]. J Electrocardiol, 2017, 50: 389-399.
- [6] LIN J, HU Q, CHEN K, et al. Relationship of paced left bundle branch pacing morphology with anatomic location and physiological outcomes[J]. Heart Rhythm, 2021, 18: 946-953.
- [7] LIU X, GU M, NIU H X, et al. A comparison of the electrophysiological and anatomic characteristics of pacing different branches of the left bundle conduction system[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 8: 781-845.
- [8] EPSTEIN A E, DIMARCO J P, ELLENBOGEN K A, et al. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update incorporated into the 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines and the heart rhythm society [J]. J Am Coll Cardiol, 2013, 61(3): 6-75.
- [9] VIJAYARAMAN P, SUBZPOSH F A, ANGE-LA N 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] GAO M Y, 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.
- [11] UPADHYAY G A, VIJAYARAMAN P, NAYAK H M, et al. His corrective(下转第 3464 页)