

· 专题研究 ·

## 希浦系统不同部位起搏的临床应用初步经验

任 骋<sup>1</sup>,姚云婕<sup>1</sup>,李柯蓓<sup>1</sup>,王 莉<sup>1</sup>,盛宇峰<sup>1\*</sup>,钱雪松<sup>1</sup>,邹建刚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>苏州大学附属张家港市第一人民医院心血管内科,江苏 张家港 215600;<sup>2</sup>南京医科大学第一附属医院心血管内科,江苏南京 210029

**[摘要]** 目的:观察希氏束起搏(His bundle pacing, HBP)和左束支区域起搏(left bundle branch pacing, LBBP)的可行性和安全性。方法:选取2017年5月—2018年11月具有起搏器植入适应证的患者59例,其中19例行HBP,20例行LBBP,20例行传统右室间隔部起搏(right ventricular septum pacing, RVSP)。根据记录术中腔内心电图和起搏的体表心电图特征,分别定义HBP和LBBP;观察LBBP组和HBP组的起搏参数,包括阈值、R波感知、阻抗,评价LBBP和HBP的可行性和安全性,比较3组起搏的QRS波时限。结果:HBP、LBBP和RVSP的手术成功率分别为79%、95%和100%。术后随访3个月,3组的起搏参数包括阈值、R波感知、阻抗稳定;LBBP组R波感知较HBP组高 $[(17.01 \pm 5.81) \text{mV vs. } (4.12 \pm 3.86) \text{mV}, P < 0.05]$ ;阈值较HBP组低 $[(0.66 \pm 0.17) \text{V vs. } (1.49 \pm 0.75) \text{V}, P < 0.05]$ ;HBP、LBBP与RVSP组起搏的QRS波时限分别为 $(107.18 \pm 9.97) \text{ms}$ 、 $(107.77 \pm 13.46) \text{ms}$ 和 $(168.00 \pm 8.42) \text{ms}$ ,HBP和LBBP组的起搏QRS时限明显短于RVSP组( $P < 0.05$ );随访期间未发现导线阈值升高、移位或脱位现象。结论:初步证实了希浦系统起搏的可行性、安全性;LBBP与HBP相比,R波感知、阈值更佳,手术成功率更高;与传统右室起搏相比,希浦系统起搏能维持更生理性的心脏电同步性。

**[关键词]** 左束支起搏;希氏束起搏;安全性;可行性

**[中图分类号]** R541.7

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2019)06-811-07

**doi:**10.7655/NYDXBNS20190605

## Preliminary clinical experience of His-Purkinje system pacing

Ren Cheng<sup>1</sup>, Yao Yunjie<sup>1</sup>, Li Kebei<sup>1</sup>, Wang Li<sup>1</sup>, Sheng Yufeng<sup>1\*</sup>, Qian Xuesong<sup>1</sup>, Zou Jiangan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, the First People's Hospital of Zhangjiagang City of Soochow University, Zhangjiagang 215600; <sup>2</sup>Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

**[Abstract]** **Objective:** This study aims to explore the feasibility and safety of his bundle pacing (HBP) and left bundle branch pacing (LBBP). **Methods:** Fifty-nine patients with cardiac pacing were enrolled in the study between May 2017 to Nov. 2018. HBP were performed in group of 19 patients. LBBP were performed in that of 20. Additionally, another 20 patients received right ventricular septum pacing (RVSP). The successful HBP and LBBP were defined by the characteristic intra-electrocardiograph and paced surface QRS morphology, respectively. The feasibility and the short-term safety of the LBBP's and HBP's approach were evaluated. The pace QRS duration was compared among three groups. **Results:** The successful implanting rates of three different approaches were 79% in HBP group, 95% in LBBP group and 100% in RVSP group. The pacing parameters of 3 groups were stable during 3-month follow up. The sensitivity of R wave and pacing threshold in LBBP group seems better than those in HBP group. The pace QRS duration was similar between HBP and LBBP groups; however, the paced QRS duration in RVSP group was significantly broader than those in HBP and LBBP group. Neither complication occurred during this procedure nor in those of follow-up. **Conclusion:** HBP and LBBP appear to be safe and feasible. LBBP demonstrated with a better sensitivity of R wave and threshold than HBP. Compared to RVSP, HBP and LBBP could maintain better cardiac synchrony.

**[Key words]** His bundle pacing; left bundle branch pacing; safety; feasibility

[J Nanjing Med Univ, 2019, 39(06):811-817]

**[基金项目]** 张家港市科技局科技支撑计划科研项目(ZKS1610)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: yfsheng1988@sina.com

传统右室心尖部起搏可引起心室不均匀肥厚及舒张功能异常,心室的失同步以及左心室结构改变,导致心房颤动(房颤)和心力衰竭(心衰)等<sup>[1]</sup>。而右室流出道(right ventricular outflow tract, RVOT)起搏及右室间隔部起搏(right ventricular septum pacing, RVSP),是否更具生理性均存在争议<sup>[2]</sup>。此外,心脏再同步治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)对慢性心衰治疗的反应性仍受到诸多因素制约,无反应率仍高达30%~40%<sup>[3]</sup>。因此寻找更生理性的起搏方式是当今热点。2000年Deshmukh等<sup>[4]</sup>首次报道了在人体成功实现希氏束起搏(His bundle pacing, HBP)治疗心衰合并房颤患者,开启了完全真正生理性起搏的时代。希浦系统起搏沿传导系统下传,保持了相对正常的电和机械同步性,并改善心衰合并房颤患者的心功能<sup>[4]</sup>。后续相关研究证实了HBP的安全性和可行性<sup>[5-6]</sup>。HBP是目前研究最多的生理性起搏技术,但由于存在操作难度较高、感知偏低、远期阈值升高、不能纠正希氏束水平以下阻滞等缺陷,限制了该技术的广泛应用<sup>[7]</sup>。国内黄伟剑团队尝试左束支区域起搏(left bundle branch pacing, LBBP)这一全新的起搏方式,发现LBBP可以纠正左束支传导阻滞,并获得较为稳定的起搏参数<sup>[8]</sup>,改善电机械同步性,从而保护心功

能,临床上安全可行<sup>[9]</sup>。本研究通过分析本中心行希浦系统起搏的患者资料,探讨左束支起搏的可行性及近期安全性。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

纳入2017年5月—2018年11月苏州大学附属张家港市第一人民医院收治的具有起搏及CRT植入I类和II类适应证的患者59例,其中男32例,女27例,年龄50~83岁,平均(70.83 ± 8.10)岁,术前基线资料见表1。其中20例行LBBP,19例行HBP,20例行RVSP。本研究经由张家港市第一人民医院医学伦理委员会批准,术前均与被研究者签署知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 HBP方法

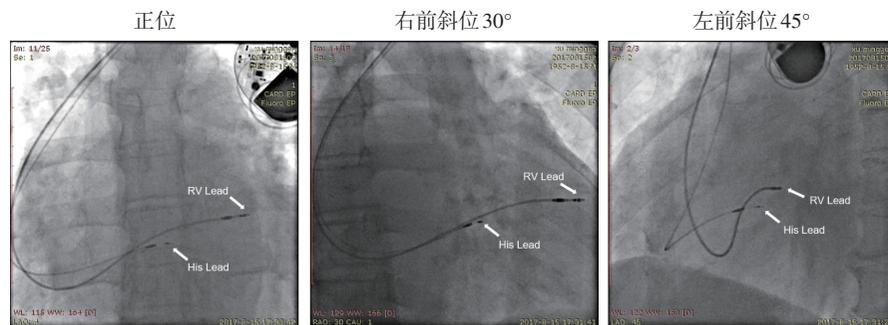
HBP方法包括选择性HBP和非选择性HBP<sup>[10]</sup>。所有HBP患者均经腋静脉或锁骨下静脉路径,在前后位或右前斜30°X线透视下,经C315希氏束鞘管(美敦力公司,美国)导入3830主动固定导线(69 cm),多导仪持续记录3830导线头端波形及起搏波形,调整指引导管角度,最终植入理想部位并固定。选择性HBP满足以下标准<sup>[5-11]</sup>:①起搏的QRS-T波形态和时限与正常自身心律时的QRS-T波完全一致;②

表1 入组患者术前基线资料  
Table 1 Baseline characteristics of patients

指标	HBP组(n=19)	LBBP组(n=20)	RVSP组(n=20)
年龄(岁)	69.4 ± 8.9	69.7 ± 8.1	73.5 ± 5.9
男性[n(%)]	12(63.2)	12(60.0)	8(40.0)
心功能[NYHA分级,n(%)]			
I~II级	13(68.4)	15(75.0)	18(90.0)
III~IV级	6(31.6)	5(25.0)	2(10.0)
病态窦房结综合征[n(%)]	7(36.8)	6(30.0)	6(30.0)
房室传导阻滞[n(%)]	6(31.6)	9(45.0)	11(55.0)
持续性心房颤动伴缓慢心室率[n(%)]	4(21.1)	3(15.0)	3(15.0)
CRT无反应后升级LBBP[n(%)]	0(0.0)	1(5.0)	0(0.0)
起搏器电池耗竭升级[n(%)]	1(5.3)	1(5.0)	0(0.0)
快室率心房颤动合并心力衰竭[n(%)]	1(5.3)	0(0.0)	0(0.0)
术前QRS时限(ms)	115.90 ± 24.47	114.26 ± 31.58	113.25 ± 25.33
术前左室射血分数(%)	0.58 ± 0.12	0.62 ± 0.11	0.60 ± 0.14
合并疾病[n(%)]			
高血压	12(63.2)	8(40.0)	15(75.0)
糖尿病	4(21.1)	6(30.0)	2(10.0)
冠心病	4(21.1)	2(10.0)	4(20.0)
慢性肾功能不全	2(10.5)	1(5.0)	0(0.0)
高脂血症	3(15.8)	3(15.0)	2(10.0)

起搏钉距QRS时限起始点的时限与自身希氏束电位到QRS时相等;③增加输出电压后,因激动周围心肌,可使部分患者QRS波增宽。非选择性HBP满足以下标准<sup>[5]</sup>:①起搏后的QRS时限及整体电轴与自身QRS时限电轴一致,而形态较自身QRS时限宽;②起搏钉距QRS时限的终末与自身希氏束电位到QRS时限终末间期相等;③有2个独立的夺获阈值,即分别为夺获右心室心肌和希氏束的阈值,高电压输出QRS时限较窄;低电压输出QRS时限较宽。除了满足上述电生理标准外,起搏导线仍需满足一定的解剖学定位标准,置入起搏导线必须分别

在正位、右前斜位30°、左前斜位45°确认其位置。本研究选择性HBP阈值均为希氏束夺获阈值(脉宽0.4 ms),非选择性HBP阈值为右心室和希氏束夺获融合形成较窄的QRS时限的阈值(脉宽0.4 ms)。1例快心室率房颤合并心衰的患者,成功HBP后进行房室结消融(atrioventricular node ablation, AV-NA)<sup>[12]</sup>。为避免因阻滞部位延展而可能造成的希氏束电极导线远期失夺获,保证患者安全,部分行HBP的房室传导阻滞患者及所有持续性心房颤动伴缓慢心室率的患者均另外在右心室植入一根备用导线(图1)。



His lead: 希氏束导线; RV lead: 右室导线。

图1 HBP导线植入位置影像图

Figure 1 Images of HBP lead position

### 1.2.2 LBBP方法

所有LBBP患者均经腋静脉或锁骨下静脉路径,在前后位或右前斜位30°X线透视下,经C315希氏束鞘管(美敦力公司,美国)导入3830主动固定导线(69 cm),先标测希氏束区域(图2A),在右前斜位30°X线透视下,在希氏束远端1.5~2.0 cm的室间隔部位,逆时针旋转使鞘管和导线垂直于室间隔,逐渐旋入3830导线到达左侧室间隔内膜下的左束支区域(图2B)。在LBBP导线到位后C315鞘内注射造影剂判断导线头端位置及旋入室间隔的深度(图2C)。在左束支导线植入过程中起搏的QRS波形态在V1导联呈特征性演变(图2D),旋入前V1导线QRS波呈“W”样,旋入早期示QRS的切迹后移,旋入后期QRS波呈Qr形态,最好到达左束支区域时起搏QRS波形态呈右束支阻滞样特征(rSr'型),部分病例可记录到左束支电位(图2E),左束支电位领先体表QRS波起始大约20 ms。术后超声心动图多个体位观察主动导线的深度和位置(图2F、G)。

### 1.2.3 RVSP方法

所有RVSP患者均经腋静脉或锁骨下静脉路

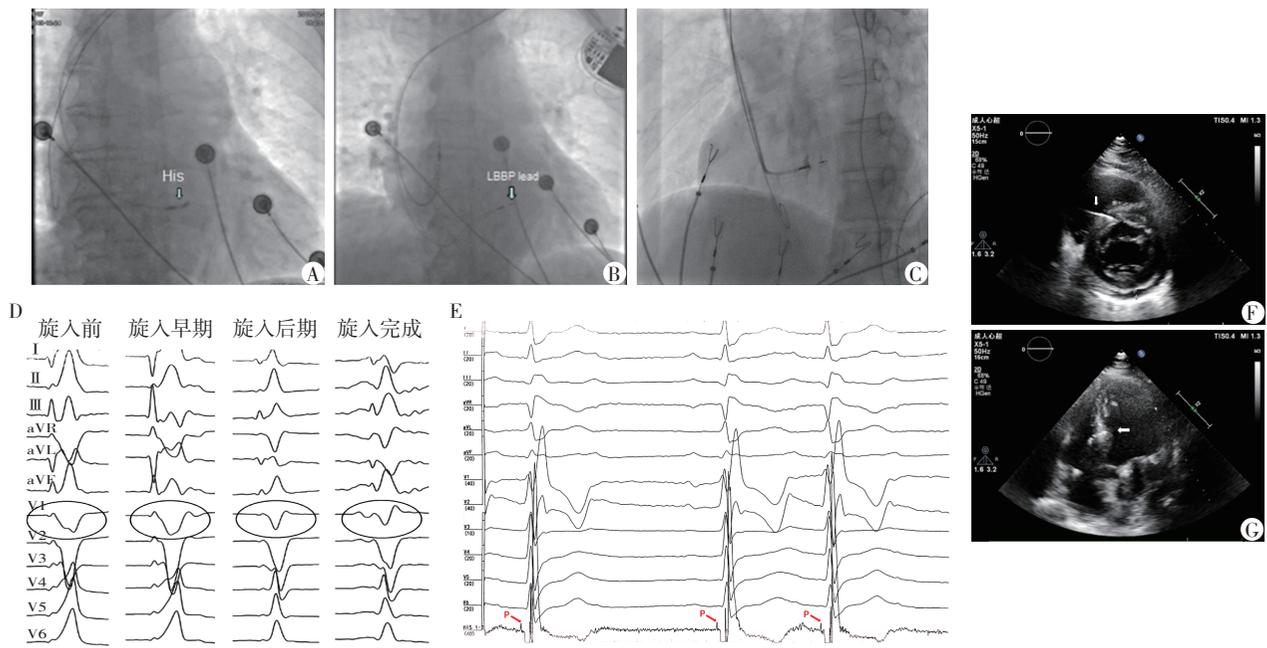
径,在正位、右前斜位30°、左前斜位45°X线透视下,经7F普通鞘管导入心室主动导线,导线先跨三尖瓣放置在右室流出道区域,左前斜位45°观察导线位置,确认未进入冠状窦,再通过导线与导丝的配合将电极定位于右室中低位间隔,右前斜位30°观察导线位置避开右室心尖部,左前斜位45°X线透视下导线头端指向脊柱,与脊柱的夹角为45°~60°(图3)。

### 1.2.4 随访

LBBP组、HBP组和RVSP组分别在术后1周、1个月、3个月各随访1次,观察感知、阈值及阻抗变化、体表心电图QRS时限及并发症;对心衰患者评估左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。

### 1.3 统计学方法

使用SPSS22.0进行统计学分析,分类变量以百分比及计数表示,计量资料均行正态分布检验,以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,定量资料的比较采用单因素方差分析,其中同一组内不同时间段的比较采用重复测量设计的方差分析,分析前行方差齐性检验。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。



A: 3830 导线在 C315 鞘引导下在瓣环透亮区附近标测 His 电位; B: 3830 导线定位于左束支区域; C: C315 鞘内注射造影剂显示室间隔右室面, 可见导线头端已经深旋入室间隔, 阳极环在右室间隔面; D: 旋入前 V1 导联起搏的 QRS 波呈“W”样, 旋入早期示起搏的 QRS 的切迹后移, 旋入后期起搏的 QRS 波呈 Qr 形态, 最好到达左束支区域时起搏的 QRS 波形态呈右束支阻滞样特征 (rSr’ 型); E: 导线到位后记录到 V 波之前的高频电位为 P 电位 (箭头所示), P 电位到体表心电图 QRS 起始的时间为 17 ms; F、G: 术后超声心动图多个体位观察导线头端在左室间隔内膜下。His: 希氏束; LBBP lead: 左束支起搏导线。

图2 LBBP 导线植入过程及体表 V1 导联心电图动态变化特征

Figure 2 LBBP lead implantation process and dynamic features of surface electrocardiogram of LBBP in lead V1

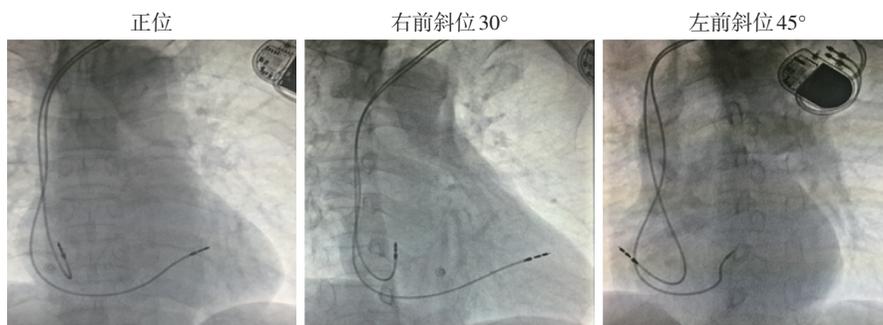


图3 RVSP 导线植入位置影像图

Figure 3 Images of RVSP lead position

## 2 结果

### 2.1 植入成功率

20 例 LBBP 成功完成 19 例 (成功率 95%), 19 例 HBP 成功完成 15 例 (成功率 79%), 20 例 RVSP 全部成功 (成功率 100%)。

### 2.2 起搏参数

与术后 1 周比较, HBP 组、LBBP 组、RVSP 组随访期间阈值、R 波感知幅度、阻抗差异均无统计学意义 (表 2)。不同起搏方式术后同一阶段的起搏参数进行组间比较结果显示, LBBP 组与 RVSP 组均有较

高的 R 波感知和较低的阈值; LBBP 组 R 波感知较 HBP 组高, 阈值较 HBP 组低; HBP 组相对于其他两组, 感知相对偏低, 阈值相对偏高, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 表 2); LBBP 组及 RVSP 组术后随访均未发现有阈值升高的病例, HBP 组有 2 例随访平均阈值大于 2.5 V, 其中 1 例末次随访希氏束导线阈值较术中基线升高  $> 1.0$  V。

### 2.3 QRS 波形态和时限比较

希浦系统起搏 QRS 形态与术前 QRS 形态相近, 传统右室起搏术后 QRS 形态较术前明显宽大畸形 (图 4)。根据基线 QRS 时限分为 QRS 正常组 ( $\leq 120$

ms)和QRS增宽组(>120 ms),分别对各组术前与术后QRS时限进行比较。结果显示,RVSP组术后QRS时限比术前明显增宽( $P < 0.05$ ,表3)。QRS正常的HBP亚组术后QRS时限与术前基本一致( $P >$

0.05),QRS正常的LBBP亚组术后QRS时限较术前略增宽( $P < 0.05$ ),而QRS增宽的HBP亚组和LBBP亚组,术后QRS时限均较术前明显缩短( $P < 0.05$ )。

表2 术后各阶段起搏参数比较

Table 2 Comparison of pacing parameters at different follow-up period ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	时间	HBP组	LBBP组	RVSP组
感知(mV)	术后1周	4.54 ± 4.08	15.40 ± 5.05*	9.17 ± 6.01*
	术后1个月	4.95 ± 4.56	14.91 ± 8.06*	9.82 ± 5.66*
	术后3个月	4.12 ± 3.86	17.01 ± 5.81*	10.81 ± 5.40*
	P值	0.10	0.25	0.30
阈值(V)	术后1周	1.42 ± 0.67	0.57 ± 0.19*	0.65 ± 0.17*
	术后1个月	1.44 ± 0.70	0.65 ± 0.15*	0.70 ± 0.18*
	术后3个月	1.49 ± 0.75	0.66 ± 0.17*	0.73 ± 0.19*
	P值	0.43	0.06	0.07
阻抗(Ω)	术后1周	414.40 ± 98.52	514.47 ± 113.41	523.65 ± 85.97
	术后1个月	413.90 ± 101.68	510.11 ± 91.05	523.25 ± 93.66
	术后3个月	387.43 ± 151.61	504.16 ± 88.16	521.40 ± 99.82
	P值	0.35	0.66	0.97

与HBP组比较,\* $P < 0.05$ 。

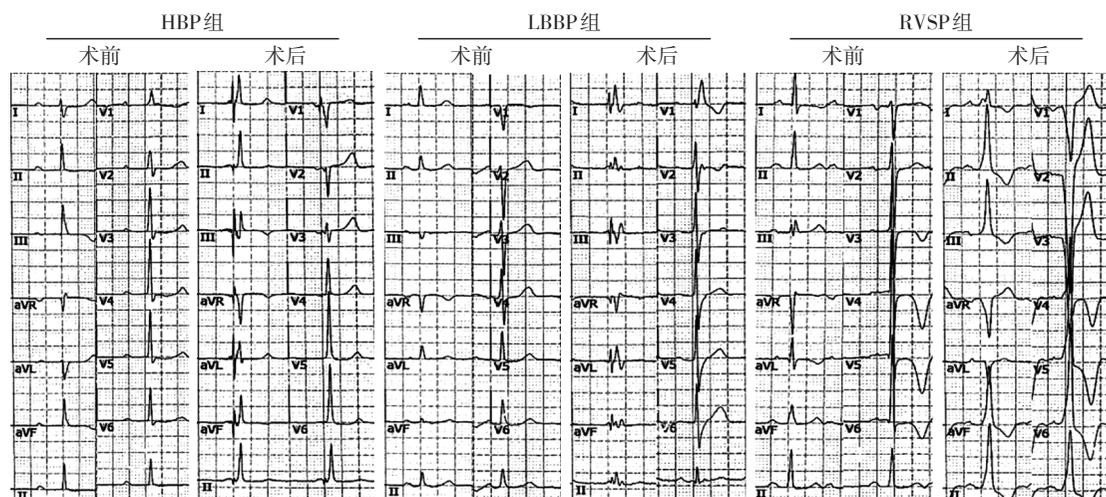


图4 HBP组、LBBP组、RVSP组术前术后心电图比较  
HBP术后QRS形态较生理性QRS形态最相近,LBBP术后QRS呈右束支阻滞形态,两者QRS均较窄,而RVSP术后QRS形态较术前明显宽大畸形。

Figure 4 Comparison of ECG before and after operation in HBP group, LBBP group and RVSP group

表3 HBP组、LBBP组、RVSP组手术前后各阶段QRS时限比较

Table 3 Comparison of QRS duration before and after operation in HBP group, LBBP group and RVSP group

(ms,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	QRS正常组				P值	QRS增宽组				P值
	例数	术前	术后1周	术后3个月		例数	术前	术后1周	术后3个月	
HBP组	11	103.27 ± 13.97	107.18 ± 9.06	107.18 ± 9.97	0.64	4	150.75 ± 13.10	116.50 ± 18.05*	117.50 ± 16.62*	0.02
LBBP组	13	95.15 ± 10.99	108.15 ± 11.32*	107.77 ± 13.46*	0.01	6	155.67 ± 22.18	125.83 ± 15.00*	124.17 ± 16.40*	0.01
RVSP组	13	96.08 ± 9.44	166.46 ± 11.59**	168.00 ± 8.42**	<0.01	7	145.14 ± 11.61	167.71 ± 8.42**	168.81 ± 10.03**	<0.01

与术前比较,\* $P < 0.05$ ;与HBP和LBBP组比较,\*\* $P < 0.05$ 。

## 2.4 随访

3组随访期间均未出现感染、导线脱落、导线穿孔等。对术前心功能Ⅲ~Ⅳ级的病例,在植入起搏器后3个月进行随访,结果显示患者心力衰竭的临床症状改善,纽约心功能分级较术前改善,RVSP组有1例因心衰再入院,HBP组和LBBP组无1例因心衰再入院。

## 3 讨论

希浦系统起搏是目前认为最接近生理的起搏方式<sup>[4]</sup>。起搏信号通过夺获希浦系统的传导,产生最符合生理性的心室激动顺序,最大限度保持心脏电机械的同步性,保护和改善心脏功能。

本研究通过观察HBP组、LBBP组及RVSP组的手术成功率、并发症情况及术后起搏参数的变化,评判不同部位希浦系统起搏的安全性、可行性,并通过比较3组手术前后体表心电图QRS波时限的变化初步评判对心脏电同步性的影响。结果显示,HBP组手术成功率79%,LBBP组手术成功率95%,LBBP组手术成功率100%。3组术后随访期间无并发症发生,阈值、R波感知、阻抗稳定,希浦系统起搏参数稳定性与RVSP相仿。其中,HBP组与其余两组相比阈值相对较高,R波感知相对较低;HBP组与LBBP组均较RVSP组有更好的电同步性。

HBP通过夺获希浦系统的传导,能产生最符合生理的心室激动顺序。HBP组导线阈值较LBBP组与RVSP组相对偏高,其中有2例HBP患者随访阈值偏高 $\geq 2.5$  V(0.4 ms脉宽),而HBP的R波感知相对偏低。阈值偏高考虑与希氏束结构特殊,局部心肌组织较少,富含纤维组织相关<sup>[13-14]</sup>。R波感知偏低考虑与HBP位置特殊,导线头端临近三尖瓣环,远离右心室,HBP导线振幅小于心室电位等有关。

LBBP是一种全新的希浦系统起搏方式,通过夺获左束支及其以下分支区域的传导来实现。术后随访参数稳定,与RVSP组相当,同时两者R波感知均较高,阈值均较低,说明在安全性与可行性上,LBBP与RVSP相仿。LBBP组与HBP组比较,手术成功率较高,R波感知更高,阈值更低,差异明显,考虑与左束支的解剖特点及LBBP导线的特殊固定方法相关。左束支呈扁带状,扇形分布于心内膜下,较希氏束分布范围大,纤维包裹少,容易定位,左束支区域起搏时主动导线深旋至左室间隔内膜下,电极固定可靠,不易脱位,且电极周围有丰富的心肌组织,保证了左束支起搏较低阈值较高R波感知的

特性。其次,起搏位置在希氏束以下,不易受传导束病变随时间向远端延展的影响,在夺获左束支的同时也夺获周边心肌细胞作为自身心室起搏备份,不需要另外植入心室备用电极,缩短手术时间,降低手术费用,最大程度上兼顾了起搏的生理性和安全性。

心室激动顺序及心室收缩同步性是影响术后心脏功能的两个重要影响因素<sup>[15]</sup>,起搏时QRS形态与自身QRS形态的一致性及相似性,可间接反映起搏时心室激动顺序与自身下传心室激动顺序的差异。QRS时限是反映双心室收缩同步性的重要指标,影响起搏术后患者的病死及心衰风险<sup>[16-17]</sup>。本研究通过对比HBP组、LBBP组及RVSP组手术前后QRS时限的变化来初步分析电同步性差异。本研究显示,RVSP组术后QRS时限较术前显著增宽;而QRS正常的HBP亚组术后QRS时限较术前无明显差异,QRS正常的LBBP亚组术后QRS时限较术前略增宽;QRS增宽的HBP亚组和LBBP亚组术后QRS时限较术前均明显缩短。目前常规的起搏部位是右心室,包括心尖部和间隔部,操作简单,固定可靠,安全性经过了长期验证,仍然是主导的起搏方式。但本研究结果显示,RVSP组术后QRS时限较术前显著增宽,考虑起搏信号通过心肌细胞缓慢传导,人为造成心室内及左右室间电学不同步;QRS正常的HBP亚组术后QRS时限与术前基本一致,提示夺获希氏束能维持最生理的电传导<sup>[18-19]</sup>;左束支分布于心内膜下,并与心肌组织呈网状交织,故行LBBP时易夺获导线头端周围的少量心肌细胞,心电图上体现出QRS较术前基线稍宽的特点。LBBP组术中监测达峰时间(起搏信号至V4~V6 QRS波顶峰的时限)为64~88 ms,符合LBBP电传导的特点<sup>[9]</sup>,部分可观察到束支电位。本组资料中,9例患者基线的QRS时限 $>120$  ms,其中5例行LBBP,4例行HBP,行HBP者中3例植入备用心室导线,两组术后QRS时限较术前均显著缩短( $P < 0.01$ ),说明LBBP与HBP相比同样能纠正束支阻滞,改善心脏电同步性,使宽QRS波变窄。LBBP组无1例植入备用心室导线,也反映了左束支起搏在跨越希氏束以下阻滞部位的优越性及更高的安全性,有相对更广泛的适应证。

本研究对4例术前射血分数下降(LVEF $<50\%$ )的希浦系统起搏(HBP 2例、LBBP 2例)的患者进行观察,不管是LBBP组还是HBP组,术后3个月的心衰症状好转,纽约心功能分级改善,LVEF较前提

高,但差异无统计学意义,可能与本研究纳入射血分数下降的患者样本量较少及随访时间较短,且心室机械重构晚于电重构相关。术前LVEF $\geq$ 50%的患者,随访期间LVEF差异无统计学意义;因此,对于有起搏适应证的心功能下降患者,希浦系统起搏可能是合理的选择,

本研究为单中心回顾性研究,纳入样本量不足,随访时间较短,未能对心脏机械同步性展开深入的探讨,研究结论可能存在不足。因此,尚需进一步扩大样本量进行长期的随访研究验证,更全面评估希浦系统起搏的安全性和有效性。

综上,希浦系统起搏手术成功率高,术后起搏参数稳定,具有较高的临床可行性、安全性和有效性;LBBP与HBP相比,R波感知和阈值更佳,手术成功率更高;与传统右室起搏相比,希浦系统起搏能维持更生理的心脏电同步性。

#### [参考文献]

[1] 白 慧,任晓庆,王方正,等.希氏束和希氏束旁研究进展[J].中华心律失常学杂志,2016,20(2):172-174

[2] Zografos TA, Siontis KC, Jastrzebski M, et al. Apical vs. non-apical right ventricular pacing in cardiac resynchronization therapy: a meta-analysis [J]. *Europace*, 2015, 17(8):1259-1266

[3] Seo Y, Ishizu T, Kawamura R, et al. Three-dimensional propagation imaging of left ventricular activation by speckle-tracking echocardiography to predict responses to cardiac resynchronization therapy [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(5):606-614

[4] 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

[5] 吴高俊,苏 蓝,方丹红,等.永久希氏束起搏临床应用[J].中华心律失常学杂志,2012,16(4):302-306

[6] Sharma PS, Dandamudi G, Naperkowski A, et al. Permanent His-bundle pacing is feasible, safe, and superior to right ventricular pacing in routine clinical practice [J]. *Heart Rhythm*, 2015, 12(2):305-312

[7] Tung S, Lemaitre J. His bundle pacing: In pursuit of the "sweet spot" [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2015, 38(5):537-539

[8] Huang W, Su L, Wu S, et al. A novel pacing strategy with low and stable output: pacing the left bundle branch im-

mediately beyond the conduction block [J]. *Can J Cardiol*, 2017, 33(12):1376.e1-1376.e3

[9] 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

[10] Huang W, Su L, Wu S, et al. Benefits of permanent His bundle pacing combined with atrioventricular node ablation in atrial fibrillation patients with heart failure with both preserved and reduced left ventricular ejection fraction [J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(4):e005309

[11] Cantù F, De Filippo P, Cardano P, et al. Validation of criteria for selective His bundle and para hisian permanent pacing [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2006, 29(12):1326-1333

[12] Kronborg MB, Mortensen PT, Gerdes JC, et al. His and para-His pacing in AV block: feasibility and electrocardiographic findings [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2011, 31(3):255-262

[13] Anderson RH, Boyett MR, Dobrzynski H, et al. The anatomy of the conduction system: implications for the clinical cardiologist [J]. *J Cardiovasc Translat Res*, 2013, 6(2):187-196

[14] 杨 曼,郑明奇,吉立双,等.间隔部房室交界区解剖[J].中国误诊学志,2018,13(8):361-367

[15] Pang BJ, Kumar S, Tacey MA, et al. Capturing the His-Purkinje system is not possible from conventional right ventricular apical and nonapical pacing sites [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2014, 37(6):724-730

[16] Turak O, Ozcan F, Canpolat U, et al. Relation between QRS duration and atrial synchronicity in patients with systolic heart failure [J]. *Echocardiography*, 2014, 31(8):972-979

[17] 牛红霞,华 伟. QRS波与心脏再同步化治疗疗效的相关性[J].中国心脏起搏与心电生理杂志,2014,28(6):539-541

[18] 王 娜,梁延春,于海波,等.希氏束起搏在需要高比例心室起搏的窄QRS波群患者中应用探讨[J].中国心脏起搏与心电生理杂志,2017,31(5):401-407

[19] Lustgarten DL, Crespo EM, Arkhipova-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

[收稿日期] 2019-03-12