

心律失常

不同起搏部位的心室电机械同步性分析*

张洁¹ 吴冬燕¹ 何乐¹ 马薇¹ 骆永娟² 林云佳² 卢凤民¹ 张帆¹ 樊少博¹ 许静¹

[摘要] 目的:本研究旨在评价心脏不同起搏部位对心室电及机械同步性的影响。方法:选择2019年1月—2019年10月于天津市胸科医院因房室传导阻滞或心房颤动(房颤)伴缓慢心室率行永久起搏器安置术、左室射血分数(LVEF) $>40\%$ 的患者53例。根据心室电极植入位置分为希浦系统起搏24例,其中包括希氏束起搏(HBP)组14例,左束支起搏(LBBP)组10例;右室间隔起搏(RVSP)组15例;深部室间隔起搏(DVSP)组14例。测量术后QRS宽度及左室激动达峰时间(LVAT)。术后1年起搏器程控评价心室电极参数并进行心脏彩超检查及临床不良事件随访。应用二维斑点追踪技术测量并计算胸骨旁短轴水平左室18节段收缩期径向应变达峰时间平均值(Trs-AVG)、标准差(Trs-SD)及最大差(Trs-Dif),评价左室收缩同步性情况。结果:患者术后QRS时限、LVAT、Trs-AVG、Trs-SD、Trs-Dif相比,HBP与LBBP起搏组无明显差异;DSVP组较希浦系统起搏组上述时限均延长并出现统计学差异。DVSP组较RVSP组患者上述时限均显著缩短,两组术后QRS时限:(120.7 ± 7.4) ms : (152.1 ± 7.4) ms, LVAT:(80.6 ± 6.6) ms : (108.1 ± 3.4) ms, Trs-AVG:(366.5 ± 32.3) ms : (422.3 ± 43.9) ms, Trs-SD:(43.5 ± 8.4) ms : (67.6 ± 9.7) ms, Trs-Dif:(146.6 ± 35.3) ms : (257.6 ± 47.2) ms, $P < 0.01$ 。起搏术后QRS宽度与Trs-SD强相关($r = 0.895$)。与LBBP、DVSP、RVSP组相比,HBP组导线起搏阈值高(2.4 ± 0.9 V/ 0.4 ms),R波振幅低(4.6 ± 1.1) mV, $P < 0.01$ 。RVSP组患者术后LVEF较其余3组相比略减低($P = 0.023$),4组患者术后左室舒张末期径未见统计学差异。结论:希浦系统起搏及DVSP的左室电及机械收缩同步性均优于RVSP。

[关键词] 生理性起搏;斑点追踪;深部室间隔起搏;心室同步性

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2021.05.010

[中图分类号] R541.7 **[文献标志码]** A

*基金项目:天津市卫生计生委科技基金(No:16KG134)

¹天津市胸科医院心内五科(天津,300222)

²天津市胸科医院超声科

通信作者:许静,E-mail:drxujing@163.com

- [8] Yan J, Risacher SL, Shen L, et al. Network approaches to systems biology analysis of complex disease: integrative methods for multi-omics data[J]. Brief Bioinform, 2018, 19(6):1370-1381.
- [9] Tenenbaum JD, Bhuvaneshwar K, Gagliardi JP, et al. Translational bioinformatics in mental health: open access data sources and computational biomarker discovery[J]. Brief Bioinform, 2019, 20(3):842-856.
- [10] Coppola L, Cianflone A, Grimaldi AM, et al. Biobanking in health care: evolution and future directions[J]. J Transl Med, 2019, 17(1):172.
- [11] Liu W, Li L, Ye H, et al. Weighted gene co-expression network analysis in biomedicine research[J]. Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao, 2017, 33(11):1791-1801.
- [12] Sonawane AR, Weiss ST, Glass K, et al. Network medicine in the age of biomedical big data[J]. Front Genet, 2019, 10:294.
- [13] Chung M, Zhao Y, Strom JB, et al. Extracorporeal membrane oxygenation use in cardiogenic shock: Impact of Age on In-Hospital Mortality, Length of Stay, and Costs[J]. Crit Care Med, 2019, 47(3):e214-e221.
- [14] Shah M, Patel B, Tripathi B, et al. Hospital mortality and thirty day readmission among patients with non-acute myocardial infarction related cardiogenic shock [J]. Int J Cardiol, 2018, 270:60-67.
- [15] Musiał R, Moncznik P, Śmiałek P, et al. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for short-term mechanical circulation support in adults with cardiogenic shock: a single centre experience [J]. Kardiologia Pol, 2016, 74(12):1477-1484.
- [16] Yandrapalli S, Sanaani A, Harikrishnan P, et al. Cardiogenic shock during heart failure hospitalizations: Age-, sex-, and race-stratified trends in incidence and outcomes[J]. Am Heart J, 2019, 213:18-29.
- [17] Amiri M, Yousefnia S, Seyed Foroootan F, et al. Diverse roles of fatty acid binding proteins (FABPs) in development and pathogenesis of cancers[J]. Gene, 2018, 676:171-183.
- [18] Zabaleta N, Barberia M, Martin-Higueras C, et al. CRISPR/Cas9-mediated glycolate oxidase disruption is an efficacious and safe treatment for primary hyperoxaluria type I[J]. Nat Commun, 2018, 9(1):5454.
- [19] Lord MS, Melrose J, Day AJ, et al. The inter- α -trypsin inhibitor family: Versatile Molecules in Biology and Pathology[J]. J Histochem Cytochem, 2020, 68(12):907-927.

(收稿日期:2020-10-13;修回日期:2020-12-18)

Evaluation of cardiac electrical and mechanical synchrony in different pacing sites

ZHANG Jie¹ WU Dongyan¹ HE Le¹ MA Wei¹ LUO Yongjuan² LIN Yunjia²
LU Fengmin¹ ZHANG Fan¹ FAN Shaobo¹ XU Jing¹

(¹The Fifth Department of Cardiology, Tianjin Chest Hospital, Tianjin, 300222, China;

²Department of Ultrasound, Tianjin Chest Hospital)

Corresponding author: XU Jing, E-mail: drxujing@163.com

Abstract Objective: To evaluate the effects of different pacing sites on the electromechanical synchronization of the ventricle. **Methods:** The 53 patients after permanent pacing who with left ventricular ejection fraction (LVEF) > 40% and anticipated pacemaker-dependent were enrolled from January 2019 to October 2019 in Tianjin Chest Hospital in the study. According to the location of electrode implanted, patients were divided into His-Purkinje system pacing group (24 cases) including 14 patients in His bundle pacing (HBP) and 10 patients in left bundle branch pacing (LBBP); right ventricular septal pacing group (RVSP, 15 cases) and deep ventricular septal pacing group (DVSP, 14 cases). The QRS duration and left ventricular activation time (LVAT) after pacing were measured. The lead parameters, echocardiography and clinical events were recorded following 1 year. The time to peak radial strain of left ventricle (LV) 18 segments were derived from the parasternal short-axis views by two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI), then calculated the standard deviations (Trs-SD), the maximal temporal difference (Trs-Dif), and the average value (Trs-AVG) of LV 18 segments to evaluate the LV synchrony. **Results:** Compared with His-Purkinje system pacing group, the QRS duration, LVAT, Trs-AVG, Trs-SD and Trs-Dif were longer in patients from DSVP group ($P < 0.05$). However, compared with RVSP group, above parameters were obviously shorter in DVSP group (DVSP vs RVSP, QRS duration: 120.7 ± 7.4 ms vs 152.1 ± 7.4 ms; LVAT: 80.6 ± 6.6 ms vs 108.1 ± 3.4 ms; Trs-AVG: 366.5 ± 32.3 ms vs 422.3 ± 43.9 ms; Trs-SD: 43.5 ± 8.4 ms vs 67.6 ± 9.7 ms; Trs-Dif: 146.6 ± 35.3 ms vs 257.6 ± 47.2 ms; $P = 0.000$). The QRS duration after pacing was positively correlated with Trs-SD. Higher threshold value (2.4 ± 0.9 V / 0.4 ms) and lower amplitude of R wave (4.6 ± 1.1 mV) of ventricular electrode were recorded in patients of HBP ($P < 0.01$). The LVEF of patients in RVSP group for 1 year later were lower than others ($P = 0.023$), and no statistical difference of LVEDD after pacing was observed in the four groups. **Conclusion:** Both His-Purkinje system pacing and DVSP were superior to RVSP in electromechanical synchronization of LV. DVSP might be an alternative of physiological pacing form.

Key words physiological pacing; speckle tracking imaging; deep ventricular septal pacing; ventricular synchrony

传统的右室心尖起搏因其改变了心室正常的电激动顺序,引起双室及左室内收缩不同步,增加了心力衰竭(心衰)及心房颤动(房颤)的发生风险^[1-2]。近年来希浦系统起搏的迅速发展为生理性起搏带来新的希望^[3-4]。其中左束支起搏(LBBP)因电极定位相对容易,导线参数稳定,临床应用更为广泛^[3]。但在实施LBBP的过程中,部分患者的3830导线深入室间隔但未能夺获传导系统,考虑为深部室间隔起搏(DVSP),术后也可获得较窄的QRS时限。本文通过比较DVSP、希浦系统起搏及右室间隔起搏(RVSP)患者心室电及机械的同步性参数,探讨不同起搏部位在心室起搏依赖的患者中对左室收缩同步性的影响。

1 对象与方法

1.1 对象

纳入2019年1月—2019年10月于天津市胸科医院因房室传导阻滞或房颤伴缓慢心室率首次行永久起搏器安置术的患者。排除标准:器质性心脏病病史(心肌病、心肌梗死、严重心脏瓣膜病、先天性心脏病);心功能NYHA IV级、左室射血分数

(LVEF) $\leq 40\%$ 。最终完成随访患者共53例,平均年龄(63 ± 12)岁。

1.2 收集临床资料

记录患者基本信息;合并基础疾病;用药情况;心室电极植入部位;起搏术后QRS时限、左室激动达峰时间(left ventricular activation time, LVAT)、导线参数;术后1年随访时心脏彩超结果、起搏器程控参数及不良事件。

1.3 不同起搏部位心室电极植入方法

希氏束起搏(his bundle pacing, HBP):沿锁骨下静脉或腋静脉路径将C315鞘管(美国美敦力公司)送至三尖瓣瓣附近,沿鞘管递送3830导线(美国美敦力公司),将起搏导线的远端露出鞘管头端,应用电生理记录系统(EP WorkMate, 圣犹达公司),以增益不少于0.05 mV/mm并以50~100 mm/s的走纸速度描记心腔内电图。当于房室间隔附近标测到HB电位后,以5.0 V/0.4 ms起搏输出,750 ms或600 ms起搏周长开始HBP测试。当HB被证实起搏夺获且HB起搏阈值低于2.0 V/0.4 ms后顺时针旋转导线平均4~6圈进行

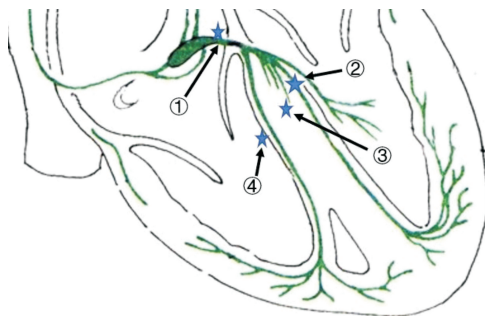
固定。

LBBP:采用 3830 主动螺旋固定导线。透视下用 C315 HIS 外鞘指引,先标记希氏束电位,或起搏标测发现希氏束区域,在希氏束区域与右心室心尖部连线上,选择希氏束区前下方 1.5 cm 左右为旋入部位,记录旋入前起搏图形参数,V1 导联呈“W”形,逐渐深旋导线,观察旋入过程中出现的早搏形态,如出现左室面起源形态室性期前收缩,应停止旋入,记录起搏图形及参数。如起搏图形在 V1 导联上表现为 Qr 或 QR,则提示达到左室心内膜面,导线头端记录腔内图观察有无提前于自身 QRS 波的电位,并测量不同起搏电压下 LVAT。最后左前斜 45°透视下行鞘内造影观察导线进入室间隔的深度。

DVSP:采用 3830 主动螺旋固定导线(美国美敦力公司)。透视下用 C315 HIS 外鞘(美国美敦力公司)指引,先标记希氏束电位,或起搏标测发现希氏束区域,在希氏束区域与右心室心尖部连线上,选择希氏束区前下方 1.5 cm 左右为旋入部位,记录旋入前起搏图形参数,V1 导联呈“W”形,逐渐深旋导线,观察旋入过程中出现的早搏形态,如出现左室面起源形态室性期前收缩,应停止旋入,记录起搏图形及参数。如术中 3830 电极已经旋入深部室间隔,并且起搏电极环极起搏已经可以夺获心肌,但头端起搏未能呈现右束支阻滞图形,不同电压起搏 QRS 宽度无改变,头端电极的局部电位未见到分支电位,即没有左束支夺获证据,头端电极也无法继续向前旋进,其起搏心电图 QRS 宽度 ≤ 140 ms,V1:QS 型,可固定电极,最后左前斜 45°透视下行鞘内造影观察导线进入室间隔的深度。

RVSP:使用传统的螺旋电极,头端固定于右室间隔侧(LAO 位向左,RAO 位居中)。术后心脏超声证实电极位于右室间隔。

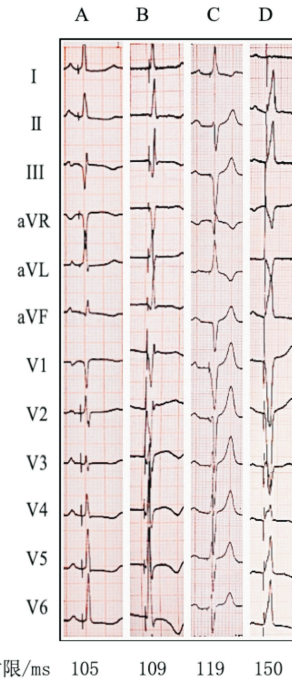
不同起搏部位心室电极位置见图 1,起搏心电图见图 2。



如图箭头及五角星所示 4 组患者的电极位置,①希氏束起搏,②LBBP,③DVSP,④RVSP。

图 1 不同起搏部位心室电极位置

Figure 1 Different ventricular pacing sites



A: HBP, 术后 QRS 时限 105 ms; B: LBBP, V1 导联可见 Qr 波, 术后 QRS 时限 109 ms; C: DVSP, V1 导联 QS 波, 术后 QRS 宽度 119 ms; D: RVSP, 术后 QRS 宽度 150 ms。

图 2 不同心室起搏部位心电图

Figure 2 Twelve-lead electrocardiogram from patients during HBP, LBBP, DVSP and RVSP

1.4 心室收缩同步性参数采集

采用 PHILIPS 超声仪,所有患者心率 60~80 次/min,心电图同步显示,待患者安静状态下,取左侧卧位,嘱其呼气末屏气,存取连续 3 个心动周期的常规二维图像。二维超声图像帧频均在 50 帧/s 以上。所有图像均由超声科医生在盲法下采集,图像分析由 1 名超声科医生及 1 名临床医生在盲法下实行。

测定指标及方法左室内同步指标:选取胸骨旁左室短轴观二尖瓣、乳头肌及心尖水平切面,应用二维斑点追踪成像技术,软件自动勾画出心肌层及心外膜曲线,手动调整曲线并设定感兴趣区宽度,使其与实际心内膜及心外膜边界相贴合,软件将每个切面的心肌分成 6 个节段,可获得 18 节段心肌的应变-时间曲线。测量 QRS 波起点至左室 18 节段收缩期径向应变达峰的时间,计算其平均值(Trs-AVG)、标准差(Trs-SD)及最大差(Trs-Dif)。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 25 统计软件进行统计学分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较用独立样本 t 检验;多组间比较采用单因素 ANOVA 检验;多组间两两比较采用最小显著差值法(LSD)。计数资料采用例(%)表示,组间比较采用卡方检验。应用 Pearson 相关性法分析两个连续变量相关性, $r <$

0.3 为弱相关; $0.3 \leq r < 0.7$ 为中度相关; $0.7 \leq r < 1$ 为强相关。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

入选 53 例患者, HBP 组 14 例、LBBP 组 10 例、DVSP 组 14 例、RVSP 组 15 例。4 组患者术前临床资料见表 1, 其中年龄、性别、合并基础疾病、用药情况、左室射血分数(LVEF) 比较均无统计学差异。HBP 组纳入了房颤伴缓慢心室率患者 9 例。

2.2 各组患者心室电学参数及导线参数比较

4 组患者术后 QRS 时限、LVAT、阈值、感知组间比较均有显著性差异, 电极阻抗比较组间无统计学差异(见表 2)。HBP 和 LBBP 患者均可获得较短的术后 QRS 时限及 LVAT, 两组比较无统计学差异($P > 0.05$), DVSP 组患者术后 QRS 宽度及 LVAT 也明显短于 RVSP 组患者($P = 0.000$)。DVSP 组患者与希蒲系统起搏组相比, 上述两种时

限仍延长($P = 0.001$)。

HBP 组患者术后心室电极起搏阈值高、R 波振幅低, 与其余 3 组相比均有显著差异($P = 0.000$)。DVSP、LBBP、RVSP 组心室电极起搏阈值及感知, 3 组间比较无统计学差异($P > 0.05$)。

2.3 各组患者心室机械同步性参数及心功能比较

与 RVSP 组患者相比, HBP 组、LBBP 组、DVSP 组患者均可获得较短的 Trs-SD、Trs-AVG、Trs-Dif, 其差值具有统计学意义($P < 0.01$, 见表 3; 4 组患者左室短轴观 18 节段收缩期应变达峰时间牛眼图见图 3a~d); HBP、LBBP、DVSP 3 组患者左室各节段心肌收缩期径向应变达峰时间相对集中(图 4a~c)。RVSP 患者左室各节段收缩期径向应变达峰时间比较分散(图 4d)。DVSP 组较希蒲系统起搏组上述时限均延长并出现统计学差异($P < 0.05$)。4 组患者术后 1 年随访, RVSP 组患者 LVEF 较其余 3 组减低($P = 0.023$), 4 组间 LVEDD 未见统计学差异。

表 1 研究人群术前基础资料比较

Table 1 The comparison of baseline characteristics

$\bar{x} \pm s$

组别	例数	年龄/岁	男/女 /例	AVB/AF /例	糖尿病 /例	高血压 /例	冠心病 /例	术前 LVEF /%	ACEI、ARB /例	利尿剂 /例	地高辛 /例	抗心律失常药 /例
HBP	14	68±13	8/6	5/9	4	10	5	57±4	7	2	1	0
LBBP	10	58±13	5/5	10/0	4	4	3	56±8	3	1	0	0
DVSP	14	61±13	8/6	14/0	4	8	4	56±7	6	0	0	0
RVSP	15	63±7	7/8	15/0	3	8	3	60.2±3	5	1	0	0
P 值		0.201	0.925	0.000 ¹⁾	0.757	0.486	0.825	0.435	0.723	0.541	0.417	1

AVB:房室传导阻滞; AF:房颤; ACEI:血管紧张素转换酶抑制剂; ARB:血管紧张素 II 受体阻滞剂。¹⁾ $P < 0.01$ 。

表 2 各组术后心电学参数及导线参数比较

Table 2 The electrical and lead parameters after pacing

$\bar{x} \pm s$

组别	术后 QRS 宽度/ms	LVAT/ms	阈值[V · (0.4 ms) ⁻¹]	感知/mV	阻抗/Ω
HBP	112.0±6.4	72.6±7.7	2.5±0.8 ²⁾	4.7±0.9 ²⁾	631.0±100.0
LBBP	112.6±3.8	70.8±2.1	1.2±0.5	10.2±4.2	623.0±43.0
DVSP	120.7±7.4 ²⁾	80.6±6.6 ²⁾	1.1±0.2	11.7±3.0	670.0±121.0
RVSP	152.2±7.4 ²⁾	108.1±3.4 ²⁾	0.9±0.3	13.1±3.5	640.0±128.0
P 值	0.000 ¹⁾	0.000 ¹⁾	0.001 ¹⁾	0.000 ¹⁾	0.708

LVAT:左室激动时间; 4 组比较,¹⁾ $P < 0.01$; 与其他 3 组两两比较,²⁾ $P < 0.01$ 。

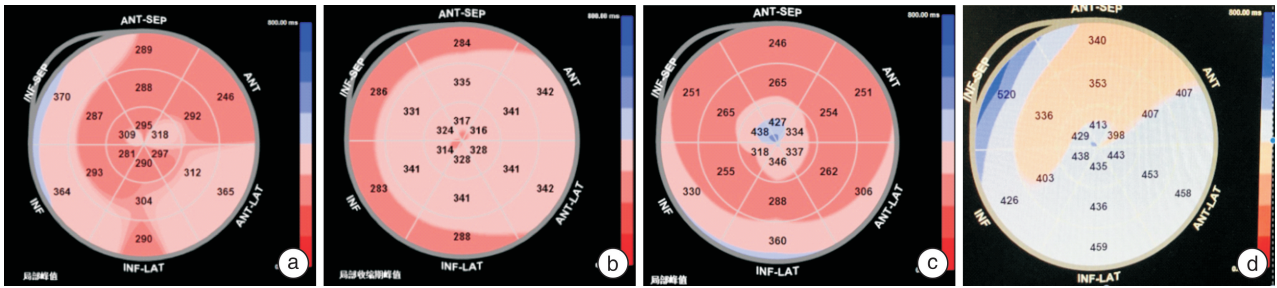
表 3 各组术后心功能及心室收缩同步性参数比较

Table 3 Left ventricular mechanical synchrony and echocardiographic outcomes

$\bar{x} \pm s$

组别	例数	Trs-SD/ms	Trs-AVG/ms	Trs-Dif/ms	术后 LVEF/%	LVEDD/mm
HBP	14	29.5±6.5	340.5±21.8	103.0±13.8	61±4	54±8
LBBP	10	32.4±5.0	335.8±44.7	105.4±27.1	60±4	56±4
DVSP	14	43.5±8.4 ²⁾	366.0±31.3 ²⁾	146.6±35.3 ²⁾	60±5	57±4
RVSP	15	67.6±9.7 ²⁾	422.3±43.9 ²⁾	257.6±47.2 ²⁾	56±4 ²⁾	54±4
P 值		0.000 ¹⁾	0.000 ¹⁾	0.000 ¹⁾	0.023 ¹⁾	0.336

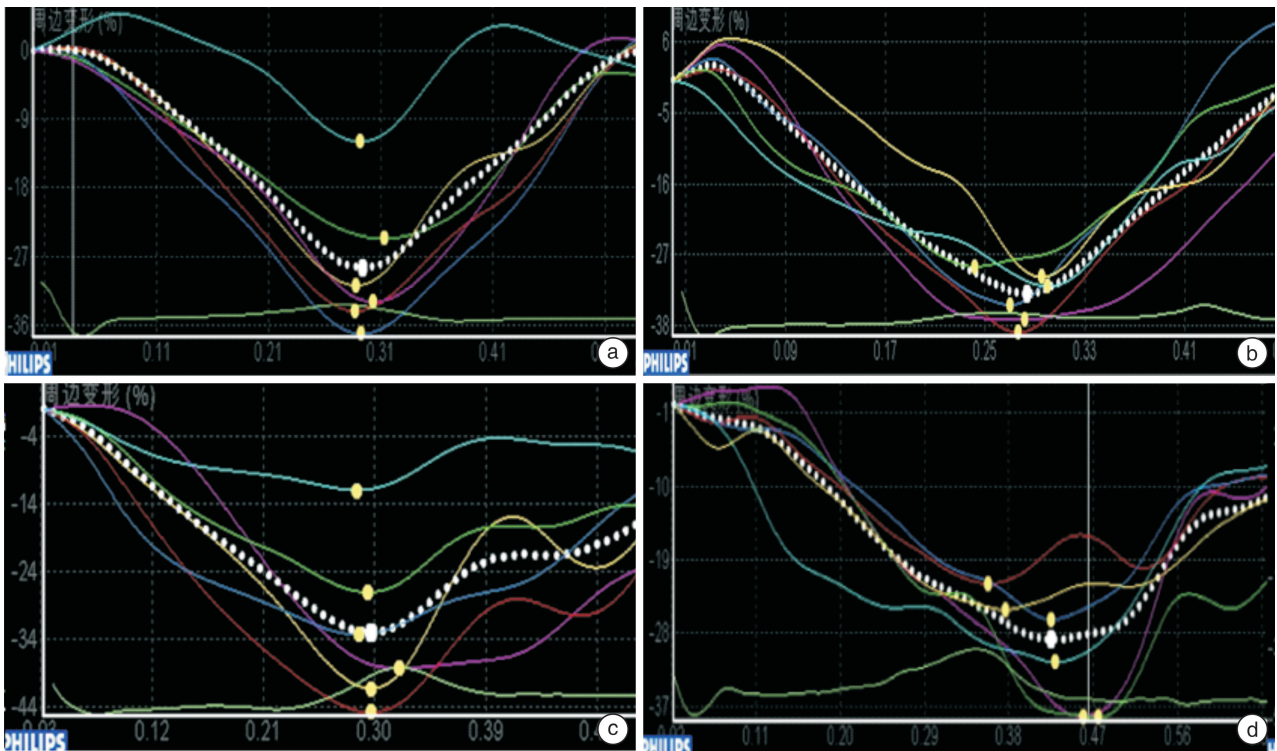
Trs-SD:左室 18 节段收缩期径向应变达峰的时间标准差; Trs-Dif:左室 18 节段收缩期径向应变达峰的时间最大差; Trs-AVG:左室 18 节段收缩期径向应变达峰时间平均值; LVEDD:左室舒张末内径。4 组间比较,¹⁾ $P < 0.05$; 与其余 3 组两两比较,²⁾ $P < 0.01$ 。



a: HBP, b: LBBP, c: DVSP, d: RVSP. a~c 可见 HBP、LBBP、DVSP 组患者左室各节段收缩达峰时间较短、差异较小,左室收缩相对同步。d 示 RVSP 组患者左室各阶段收缩达峰时间延长、差异较大,左室整体收缩延迟,左室收缩不同步。

图 3 各组患者左室 18 节段收缩期径向应变达峰时间牛眼图

Figure 3 Bull's eye diagram of the time to peak radial strain of left ventricle 18 segments from parasternal short-axis view



a: HBP, b: LBBP, c: DVSP, d: RVSP. a~c 提示 HBP、LBBP、DVSP 患者左室短轴观乳头肌水平 6 节段径向应变达峰时间比较集中,曲线走向比较一致。d 提示 RVSP 患者左室短轴观乳头肌水平 6 节段径向应变达峰时间相对分散,曲线走向较杂乱,且收缩时间较 a~c 延迟。

图 4 各组患者胸骨旁左室短轴观乳头肌水平各节段径向应变-时间曲线比较

Figure 4 The radial strain-time curves of left ventricle 6 segments at the parasternal papillary muscles level

2.4 起搏术后 QRS 时限与左室机械收缩同步性的相关性

应用 Pearson 相关性分析对研究人群 53 例患者术后 QRS 宽度与 Trs-SD 进行相关性分析;起搏术后 QRS 宽度与 Trs-SD 为强相关($r=0.895$, $P=0.000$, 趋势见图 5);且如图可见,Trs-SD 在 QRS 宽度 ≥ 140 ms 时差异显著($P<0.01$)。

2.5 临床事件随访

所有患者术后 1 年随访,无临床不良事件发生,起搏参数稳定。

3 讨论

右室心尖起搏所致的不良血流动力学影响已经被大家公认,希蒲系统起搏具有正常的电激动顺序,能改善起搏术后患者心功能及临床预后,已成为目前的研究热点和发展方向^[4-10]。但生理性起搏电极植入的成功率与术者经验相关。HBP 成功率在不同的医疗中心差异较大,Bhatt 等^[11]于 2018 年报道 HBP 总成功率为 75%,其中对 AVB 患者植入成功率仅为 56%。Zanon 等^[12]综合了 26 个研究的 meta 分析显示 HBP 成功率平均为 84.8%。HBP 阈值高、感知低的潜在风险可能会

带来一些临床隐患,所以临床使用受限。LBBP 因左束支系统在心内膜下分布较广,电极定位较 HBP 容易,有经验的医学中心成功率在 90% 左右^[13-14]。但临床实践中仍有部分患者因电极植入困难不能进行生理性起搏。本中心在实施希浦系统起搏过程中有 14 例患者经过近 1 h 的尝试,3830 电极仍不能夺获左束支(起搏下 V1 导联为 QS 形),不同起搏电压下 QRS 宽度没有变化,电极头端没有记录到分支电位(没有激动左束支的证据),并且电极的环极已经可以夺获心肌,电极也无法继续前进,测试 QRS 宽度 ≤ 140 ms,为避免继续操作所带来的感染、瓣膜损伤、室间隔穿孔等并发症,我们将电极放置在了室间隔深部,并通过其与 HBP、LBBP、RVSP 患者术后导线参数、心室电机械同步性参数及心功能的比较,探讨 DVSP 能否作为生理性起搏电极植入困难时的替代选择。

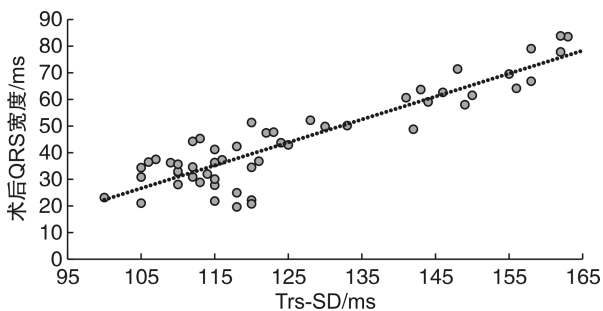


图 5 起搏术后 QRS 宽度与左室 18 节段收缩期径向应变达峰的时间标准差相关性

Figure 5 The correlation between the QRS duration after pacing and standard deviations of the time to peak radial strain of left ventricle 18 segments

本研究中 DVSP 患者术后 QRS 时限及 LVAT 较希浦系统起搏组延长,较 RVSP 组明显缩短;提示与 RVSP 患者相比,DVSP 患者术后也可获得较好的心室电学同步性。其原因可能为:①左束支系统及浦肯野纤维在左室内膜下呈网状广泛分布,DVSP 患者心室电极均植入室间隔深部靠近左室内膜下,其电激动可能通过心肌传导至附近浦肯野纤维网末端下传。②DVSP 患者电激动从室间隔深部同时向左右心室传导,双室间失同步减少。而右室间隔心内膜起搏仍然是先激动右心室,左心室的激动略为延迟。

心肌径向增厚是左室收缩时的主要矢量,心室短轴上的动力学变化是左室运动不同步的重要影响因素^[15]。本研究应用二维斑点追踪技术,计算左室短轴各阶段收缩期径向应变达峰的时间平均值、标准差及最大差,反映左室机械同步性。结果显示希浦系统起搏组较 RVSP 组 Trs-SD 及 Trs-

Dif 均明显缩短,其左室各阶段达峰时间差异较小(图 2a~b),左室短轴观乳头肌水平 6 节段径向应变达峰时间比较集中,曲线走向比较一致(图 3a~b),均体现了生理性起搏的心室电机械同步性。Hou 等^[16]应用心肌核素显像技术对不同起搏部位对心机械同步性的影响进行评价;彭婷等^[17]也应用二维斑点追踪显像及组织多普勒成像技术对比分析了 HBP 及 RVA 患者术后左室收缩同步性,其研究结果均与本研究一致。

本研究纳入了 DVSP 病例,且计算 Trs-AVG 反映起搏术后患者左室整体收缩时间是否存在延迟。DVSP 组患者 Trs-SD、Trs-Dif 及 Trs-AVG 较希浦系统略延长,但与 RVSP 组患者相比明显缩短;提示 DVSP 组患者也可获得较好的心室收缩同步性。术后随访 1 年,RVSP 组患者术后 EF 减低,但 4 组患者 LVEDD 无统计学差异,考虑与 RVSP 组患者左心室收缩不同步造成心室做功效率下降有关。

本研究还分析了起搏术后 QRS 宽度与心室机械同步性参数的相关性。结果显示患者术后 QRS 宽度与 Trs-SD 呈强相关($r = 0.895$),且 Trs-SD 在 QRS 宽度 > 140 ms 时差异显著(图 4)。提示起搏依赖的患者术后 QRS 宽度越窄,左室内收缩同步性越好,若起搏患者术后 QRS 宽度 ≤ 140 ms,多可获得较好的心室收缩同步性。尽管既往研究显示 QRS 宽度不能作为评价心室机械同步性的唯一指标^[18],但因其简单易得及直观的优势,仍可作为评价起搏术后心室收缩同步性的初步筛选指标。

此外本研究术后期控电极参数显示:DVSP 组心室起搏阈值为 (1.1 ± 0.2) V,感知振幅为 (11.7 ± 3.0) mV,导线固定稳定,与 LBBP 组及 RVSP 组相比无显著差异,随访 1 年,无导线相关不良事件,也提示 DVSP 术后可获得较满意的起搏工作参数。

综上所述,希浦系统起搏和 DVSP 患者术后可获得较好的心室电及机械同步性,其导线参数满意,如在实施生理性起搏的过程中,希氏束起搏及 LBBP 均不能实现,只要 DVSP 的 QRS 宽度 ≤ 140 ms,同样具有较好的应用前景。

本研究的局限性为样本量偏少、随访时间较短,仅纳入心室收缩功能正常或轻度减低的患者,DVSP 是否能得到如同希浦系统起搏类似的远期效果尚需要进一步随访研究。

参考文献

[1] Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction[J]. Circulation,

- 2003,107(23):2932-2937.
- [2] Tops LF, Schali J, Bax JJ, et al. The effects of right ventricular apical pacing on ventricular function and dyssynchrony implications for therapy [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54(9):764-776.
- [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):1736e1-1736e3.
- [4] Sun JY, Sha YQ, Sun QY, et al. The long-term therapeutic effects of His-Purkinje system pacing on bradycardia and cardiac conduction dysfunction compared with right ventricular pacing: A systematic review and meta-analysis [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020, 315(5):Q2 55/128.
- [5] Abdelrahman M, Subzposh FA, Beer D, et al. Clinical outcomes of his bundle pacing compared to right ventricular pacing [J]. *JACC*, 2018, 71(20):2319-2330.
- [6] 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.
- [7] Huang W, Su L, Wu S, et al. Long-term outcomes of His bundle pacing in patients with heart failure with left bundle branch block [J]. *Heart (British Cardiac Society)*, 2019, 105(2):137-143.
- [8] 华伟, 张澍. 左束支起搏在希氏-浦肯野系统起搏领域价值凸显 [J]. *中华心律失常学杂志*, 2019, 23(5):369-371.
- [9] 刘春霞, 熊峰, 邓晓奇, 等. 左束支区域起搏对老年患者早期左室舒张功能的影响 [J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(7):617-621.
- [10] 吴梅琼, 林亚洲, 陈林, 等. 左束支起搏在心脏再同步治疗的初步应用经验 [J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(4):367-370.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 吴圣杰, 苏蓝, 项文豪, 等. 永久左束支起搏心脏再同步治疗在左束支阻滞患者远期疗效的初步研究 [J]. *中华心律失常学杂志*, 2019, 23(5):399-404.
- [14] 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.
- [15] Helm RH, Leclercq C, Faris OP, et al. Cardiac dyssynchrony analysis using circumferential versus longitudinal strain: implications for assessing cardiac resynchronization [J]. *Circulation*, 2005, 111(21):2760-2767.
- [16] 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.
- [17] 彭婷, 余晓梅, 倪显达. 不同起搏方式左心室收缩同步性超声评价的对比研究 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2015, 24(6):481-485.
- [18] Yu CM, Lin H, Zhang Q, et al. High prevalence of left ventricular systolic and diastolic asynchrony in patients with congestive heart failure and normal QRS duration [J]. *Heart*, 2003, 89:54-60.

(收稿日期:2021-01-02)