

希氏束及其周围心室肌的电生理特性比较

李亚萍^{1,2} 王娜¹ 李东升² 于海波¹ 梁延春¹

[摘要] 目的:比较希氏束及其周围心室肌兴奋性及传导性的差异。方法:242例QRS波正常(QRS波形态正常,且时程 <120 ms)的患者(第1组)和60例完全性左束支传导阻滞伴心力衰竭的患者(第2组)进行了希氏束起搏。通过对术中出现非选择性希氏束起搏的患者测量希氏束及其周围心室肌的起搏阈值(PT)和有效不应期(ERP),比较二者兴奋性及传导性的差异。结果:第1组和第2组出现非选择性希氏束起搏的患者分别为190例和34例。所有患者希氏束的ERP均长于各自周围心室肌的ERP至少20 ms。第1组患者希氏束的PT与其周围心室肌的PT比较差异无统计学意义 $[(1.1\pm 0.5)$ V vs (1.1 ± 0.6) V, $P=0.47$],其中希氏束的PT高于、低于和等于其周围心室肌的PT各91例(47.9%)、87例(45.8%)和12例(6.3%)。第2组患者希氏束的PT高于其周围心室肌的PT $[(2.5\pm 0.9)$ V vs (1.6 ± 0.8) V, $P<0.01$],其中希氏束的PT高于、低于和等于其周围心室肌的PT各28例(82.3%)、6例(17.6%)和0例(0%)。结论:希氏束的传导性低于其周围心室肌,QRS正常患者希氏束及其周围心室肌的兴奋性无明显差异。

[关键词] 有效不应期;希氏束起搏;起搏阈值

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.07.008

[中图分类号] R541.7 [文献标志码] A

Comparison of the electrophysiological characteristics of the His-bundle and the adjacent myocardium

LI Yaping^{1,2} WANG Na¹ LI Dongsheng² YU Haibo¹ LIANG Yanchun¹

(¹Department of Cardiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang, 110016, China; ²Department of Cardiology, Wuhan Third Hospital)

Corresponding author: LIANG Yanchun, E-mail: liangyanchun@sina.com

Abstract Objective: To compare the differences in the excitability and conductivity of the His-bundle(HB) and its adjacent ventricular muscles. **Methods:** His-bundle pacing was performed in 242 patients with normal QRS (QRS <120 ms) wave(group I) and 60 patients with complete left bundle branch block with heart failure(group II). Differences in excitability and conductivity were compared by measuring the pacing threshold(PT) and effective refractory period(ERP) of HB and adjacent myocardium in patients with NSHBP. **Results:** Number of group I and group II patients with NSHBP were 190 and 34. All these patients the ERP of the HB was at least 20ms longer than that of the respective adjacent myocardium. There was no significant difference between PT of HB and adjacent myocardium in group I $[(1.1\pm 0.5)$ V vs (1.1 ± 0.6) V, $P=0.47$]. The PT of HB was above, below, and equal to adjacent myocardium were 91(47.9%), 87(45.8%) and 12(6.3%) cases, respectively. In the group II, PT of HB was higher than PT of adjacent myocardium $[(2.5\pm 0.9)$ V vs (1.6 ± 0.8) V, $P<0.01$]. The PT of HB was above, below, and equal to adjacent myocardium were 28(82.3%), 6(17.6%) and 0(0%) cases, respectively. **Conclusion:** The conduction of HB was lower than that of its surrounding ventricular muscle, and there was no significant difference in the excitability of HB and its surrounding ventricular muscles in patients with normal QRS.

Key words effective refractory period; his-bundle pacing; pacing threshold

心脏组织的电生理特性包括兴奋性、传导性和自律性。实践中用起搏阈值(pacing threshold, PT)表示兴奋性,PT越低兴奋性越好;传导性取决

于心脏组织的有效不应期(effective refractory period, ERP),ERP越短,激动下传频率越快,传导性越好。兴奋性及传导性在心脏电生理研究中具有重要价值。多数个体的希氏束及其周围心室肌的兴奋性存在差异。希氏束旁起搏很好地利用这一差异来鉴别房室折返性心动过速与房室结折返性

¹北部战区总医院心血管内科(沈阳,110016)

²武汉市第三医院心血管内科

通信作者:梁延春, E-mail: liangyanchun@sina.com

心动过速^[1-2]。近年来,希氏束起搏(his-bundle pacing, HBP)广泛开展^[3],而起搏输出依赖的 QRS 波形改变被公认为是确定非选择性希氏束起搏(nonselective his-bundle pacing, NSHBP)的金标准^[4-5]。目前对于人类希氏束与其周围心室肌传导性差异的直接研究较少^[6-7],但是利用二者传导性的差异,有助于解决临床一些疑惑的电生理机制问题,尤其是在二者兴奋性相近或相等病例中。本研究对行 HBP 的患者测量希氏束及其周围心室肌兴奋性和传导性,比较二者的差异,以利于在临床起搏电生理工作中很好地利用这些差异来解读和判定相关电生理现象。

1 对象与方法

1.1 对象

2018年8月—2021年8月在北部战区总医院心内科接受 HBP 并且具备相关电生理检查资料的患者共 302 例。所有患者分为两组。第 1 组纳入具备永久起搏器植入适应证, QRS 正常(QRS 波形态正常,且时程 < 120 ms)的心动过缓患者共 242 例;第 2 组纳入心力衰竭伴完全性左束支传导阻滞(left bundle branch block, LBBB),左室射血分数小于 35% 的患者共 60 例,拟行 HBP 纠正 LBBB 进行心脏再同步治疗的患者共 60 例。所有患者均充分了解 HBP 潜在的风险及获益,并均签署书面知情同意书。

1.2 HBP 导线植入步骤

穿刺腋静脉或头静脉,送入长钢丝及 7F 鞘。通过固定弯鞘(C315 鞘,美敦力公司),将电极导线(3830 电极,美敦力公司)送至三尖瓣环隔瓣附近。标记到希氏束电位后,进行起搏测试,当确定希氏束能夺获,且起搏参数良好时拧入起搏导线。如果在 5 次尝试后无法实现希氏束夺获,或 X 射线透视持续时间 > 20 min,第 1 组患者将改为右室间隔或心尖部起搏,第 2 组患者改为双心室起搏。

1.3 选择性希氏束起搏及 NSHBP 成功的判断标准

第 1 组患者选择性希氏束起搏(selective his-bundle pacing, SHBP)标准:起搏的 QRS 间期和形态与自身 QRS 几乎相同,刺激信号至 QRS 间期等于希氏束电位至 QRS 间期。第 2 组患者 SHBP 标准:如果起搏的 QRS 由 LBBB 变为正常化或明显缩短(< 120 ms)且刺激信号至 QRS 间期呈等电线并在 30 ~ 50 ms 内,则判定 SHBP 纠正 LBBB 成功。

如果起搏测试满足起搏输出标准或 ERP 标准,即可判定 NSHBP 成功。起搏输出阳性标准:降低起搏输出导致起搏的 QRS 进一步增宽(提示仅夺获周围心室肌而希氏束失夺获)或 QRS 进一步缩短或正常化(提示仅夺获希氏束而周围心室肌失夺获)。ERP 阳性标准:提高起搏频率过程中,

发生 QRS 时程或形态的明显改变。

1.4 NSHBP 患者希氏束及其周围心室肌 PT 的测量方法

对于 NSHBP 成功的患者,以高于自身频率 20 次/min,初始输出 5 V/1.0 ms 进行递减电压起搏测试,递减步长 0.1 V。降低起搏电压过程中,如果 QRS 发生缩窄,此时周围心室肌失夺获,记录为周围心室肌的 PT;继续降低起搏电压直至希氏束失夺获时,定义为希氏束的阈值。降低电压过程中,如果 QRS 发生增宽,此时希氏束失夺获,记录为希氏束的 PT;继续降低起搏电压直至周围心室肌失夺获时,记录为周围心室肌的阈值。

1.5 NSHBP 患者希氏束及其周围心室肌 ERP 的测量方法

对于 NSHBP 成功的患者,保持 5 V/1.0 ms 起搏输出不变,以 Burst 起搏方式测量 ERP,初始周长设定为 600 ms,每阵予以 8 次刺激。起搏周长达到 400 ms 以前,每阵起搏周长递减步长为 50 ms;400 ms 以后,每阵起搏周长递减步长为 10 ms。提高起搏频率过程中,如果发生 QRS 明显增宽,提示希氏束失去下传功能,此时记录为希氏束的 ERP。进一步降低起搏周长,如果起搏失夺获,则记录为周围心室肌的 ERP。如果起搏周长降至 250 ms 仍能夺获时,为了安全起见,不再继续提高起搏频率,将心肌 ERP 小于 250 ms 的,以 250 ms 作为统计数据。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 25.0 分析数据,采用 Kolmogorov-Smirnov 检验是否符合正态分布,符合正态性分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组内参数比较采用配对 *t* 检验。偏态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例(%)表示,比较采用卡方检验。均以 $P < 0.05$ (双侧检验)为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

患者的基线资料见表 1。

2.2 HBP 的成功率

在第 1 组中,84.3%(204/242)的患者 HBP 成功。14 例患者为 SHBP。190 例患者为 NSHBP。在第 2 组中,70.0%(42/60)的患者 HBP 成功。8 例为 SHBP,34 例患者为 NSHBP。

2.3 希氏束及其周围心室肌兴奋性的差异

第 1 组正常 QRS 患者中,按起搏输出和(或) ERP 标准,190 例判定为 NSHBP。在降低起搏电压的过程中,有 87 例患者 QRS 进一步缩短,起搏类型由 NSHBP 变为 SHBP(图 1),表明这 87 例(87/190,45.8%)患者希氏束阈值较其周围心室肌阈值低。有 91 例患者 QRS 进一步增宽,起搏类型

由 NSHBP 变为右心室起搏(right ventricular pacing, RVP),表明这 91 例(91/190, 47.9%)患者希氏束阈值较其周围心室肌阈值高。这 190 例中其余的 12 例患者,在降低起搏电压过程中,直至起搏失夺获, QRS 时程及形态始终无明显改变。这 12 例患者虽不符合起搏输出阳性标准但符合 ERP 阳性标准,提示这 12 例(12/190, 6.3%)患者希氏束及其周围心室肌的 PT 相等或非常接近。

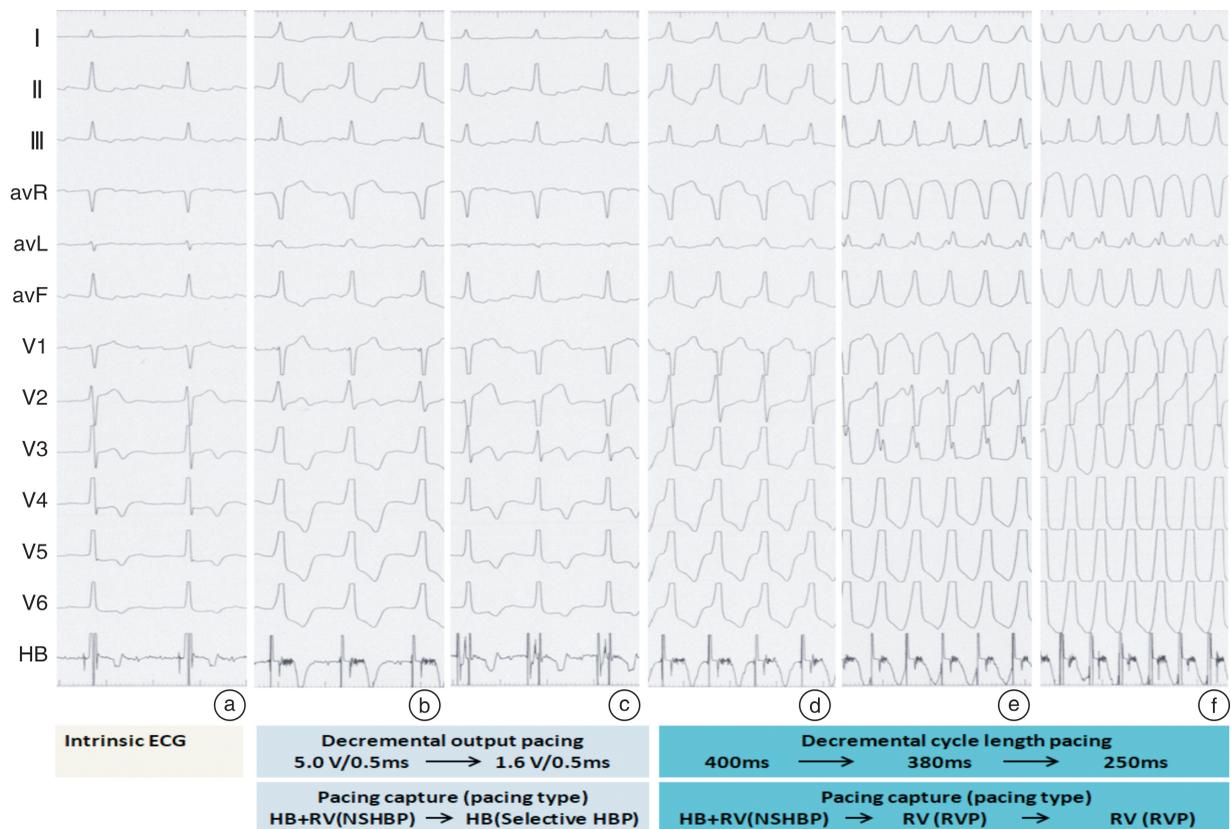
第 2 组 34 例初步判定为 NSHBP 的患者,在逐步降低起搏电压的过程中,有 6 例患者 QRS 时程进一步缩短,起搏类型由 NSHBP 变为 SHBP,表明这 6 例(6/34, 17.6%)患者希氏束的 PT 较其周围心室肌的 PE 低;有 28 例患者随着起搏电压降低, QRS 进一步增宽,起搏类型由 NSHBP 变为 RVP,表明这 28 例(28/34, 82.4%)患者希氏束的 PT 较其周围心室肌的 PT 高;第 2 组 34 例患者未出现希氏束及其周围心室肌 PT 相同的情况。第 1 组 190 例 NSHBP 患者中,希氏束与其周围心室肌的 PT 无统计学差异[(1.1±0.5) V vs(1.1±0.6) V, P=0.47]。第 2 组中 LBBB 校正的希氏束夺获 PT 高于其周围心室肌的 PT [(2.5±0.9) V vs(1.6±0.8) V, P<0.01],见表 2。

表 1 两组基线特征

Table 1 Baseline data between the two groups

项目	$\bar{X} \pm S$	
	第 1 组	第 2 组
患者/例	242	60
年龄/岁	63.4±13.2	64.9±12.6
男性/例(%)	138(57.0)	33(55.0)
心律失常类型/例(%)		
病态窦房结综合征	28(11.6)	0(0)
二、三度房室传导阻滞	165(68.2)	0(0)
心房颤动伴慢心室率	49(20.2)	0(0)
LBBB	0(0)	60(100.0)
自身 QRS 持续时间/ms	90.8±10.0	169.6±14.1
H-V 间期/ms	37.7±5.5	54.8±8.4
左室射血分数/%	60.3±6.5	28.7±4.7
基础疾病/例(%)		
扩张型心肌病	0(0)	43(71.7)
缺血性心肌病	37(15.3)	17(28.3)
无明显基础疾病	205(84.7)	0(0)

H-V 间期:希氏束至心室波起始的距离。



a: 自身基础心电图,腔内图可见希氏束电位;b:5 V 起搏,起搏模式为 NSHBP,同时夺获 His 及右室心室;c:起搏电压降至 1.6 V 时,起搏模式变为 SHBP,仅夺获 His;d:固定起搏电压,以 400 ms 周期起搏时,起搏模式为 NSHBP;e、f:起搏周期分别降至 380 ms 及 250 ms 时,起搏模式变为右室起搏(RVP)。

图 1 患者 ECG

Figure 1 ECG of patient

2.4 希氏束及其周围心室肌传导性(ERP)的差异

两组中每例 NSHBP 患者希氏束的 ERP 至少比各自周围心室肌的 ERP 长 20 ms 以上。在逐渐降低起搏周长过程中,由于这些患者希氏束的 ERP 较其周围心室肌的 ERP 更长,这些患者均发生了 QRS 进一步增宽的改变,起搏类型由 NSHBP 变成了 RVP。两组患者希氏束的平均 ERP 均明显长于其周围心室肌的平均 ERP,见表 2。

表 2 两组 NSHBP 患者起搏类型变化的条件和结果

Table 2 Conditions and outcomes of pacing type changes in NSHBP groups

项目	$\bar{X} \pm S$	
	第 1 组	第 2 组
NSHBP 患者/例	190	34
降低电压起搏类型的转变/例(%)		
QRS 缩窄(NSHBP 到 SHBP)	87(45.8)	6(17.6)
QRS 增宽(NSHBP 到 RVP)	91(47.9)	28(82.3)
QRS 不变(NSHBP 到失夺获)	12(6.3)	0(0)
PT/V		
希氏束	1.1±0.5	2.5±0.9
周围心室肌	1.1±0.6	1.6±0.8
P 值	0.47	<0.01
提高频率起搏类型的转变/例(%)		
QRS 缩窄(NSHBP 到 SHBP)	0(0)	0(0)
QRS 增宽(NSHBP 到 RVP)	190(100.0)	34(100.0)
QRS 不变(NSHBP 到失夺获)	0(0)	0(0)
ERP/ms		
希氏束	319.5±29.5	315.6±25.6
周围心室肌	265.0±16.1	267.9±15.7
P 值	<0.01	<0.01

2.5 不良事件和恶性心律失常的发生

两组患者术中均无不适,均无恶性快速心律失常。

3 讨论

本研究在临床进行 HBP 的患者中,测量并比较了希氏束与其周围心室肌的兴奋性及传导性。结果发现,QRS 正常患者的希氏束与其周围心室肌的兴奋性无明显差异,甚至约 6.3% 的患者希氏束和其周围心室肌的兴奋性相同。然而,每个病例希氏束的传导性却明显低于其周围心室肌。这一差别为临床电生理鉴别诊断检查提供了十分有意义的理论依据。

首先,利用这一特点,可以更加特异地判定 NSHBP。本研究中有 12 例患者因为希氏束及周围心室肌阈值相等而无法通过起搏输出标准来进行 NSHBP 的判定。但是通过 ERP 的测量分析,成功地将这 12 例患者判定为 NSHBP。

其次,电生理检查中常用希氏束旁起搏来鉴别

间隔部房室旁路所致的顺向型房室折返性心动过速与房室结折返性心动过速。希氏束旁起搏将起搏导管放置于右室间隔希氏束附近,高电压输出时同时夺获希氏束和右室心肌,其实质为 NSHBP;低电压输出时仅夺获希氏束附近心室肌,即 RVP。在 NSHBP 和 RVP 两种状态下,通过测量逆传心房激动的顺序和时间的变化,来判断是否存在间隔部房室旁路逆传。但是,在临床实践中,有部分患者无法通过改变起搏输出来达到 NSHBP 和 RVP 两种起搏模式,其可能原因不除外希氏束及其周围心室肌的兴奋性大致相同。如果我们利用希氏束的 ERP 长于其周围心室肌的 ERP 这一特点,即可通过提高 Burst 起搏频率或者通过程序刺激方案,来更高比例地获得 NSHBP 及 RVP 两种起搏模式,进而精准地鉴别间隔部房室旁路逆传是否存在。

既往临床实践中,由于难于获得希氏束前传的起搏夺获,所以关于希氏束的 ERP 测量,基本通过心室起搏时逆传希氏束电位的记录来测量,其实质是逆传希氏束的 ERP。因此,关于希氏束前传 ERP 的报道较为少见。近年来,随着 HBP 的广泛开展,使得希氏束前传夺获成为可行,本研究在获得 NSHBP 的患者中,成功地测量了希氏束的前传 ERP。一般 ERP 的测量是通过程序刺激的方法来完成^[6],本研究中应用 Burst 方法进行测量 ERP,理论上二者基本原理相同。

本研究中有 12 例患者被判定为希氏束及周围心室肌阈值相等,但准确地分析,不是绝对的相等,可能与测量的起搏输出精度有关。起搏输出有两个参数:起搏电压和脉冲宽度。然而,在本研究中,我们仅在不改变脉冲宽度的情况下以 0.1 V 的步长进行了起搏 PT 的测试,结果可能不够精细。如果以更小的起搏电压步长结合起搏脉冲宽度改变,可能 PT 的测量结果更加准确,希氏束及周围心室肌阈值相等的发生率会进一步减少。

总之,NSHBP 成功的患者中,约 6.3% 的患者希氏束和其周围心室肌阈值相同。希氏束的传导性低于其周围心室肌,QRS 正常患者希氏束及其周围心室肌的兴奋性无明显差异。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Ali H, Foresti S, Lupo P, et al. Para-hisian pacing: new insights of an old pacing maneuver[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2019, 5(11):1233-1252.
- [2] 姜述斌,周俊,吴忠东,等. 希氏束旁起搏鉴别间隔部隐匿性房室快旁道的临床价值[J]. 临床心血管病杂志, 2013, 29(2):137-140.
- [3] 魏经汉. 希氏束起搏:起搏器治疗的新未来[J]. 临床心血管病杂志, 2018, 34(11):1044-1047.

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

严霜霜¹ 熊峰¹ 张丽娟¹ 刘春霞¹ 徐敏¹ 谭焜月¹

[摘要] **目的:**运用二维斑点追踪(2D-STI)技术对左束支区域起搏(LBBP)术后早期右心室收缩功能及同步性进行评价。**方法:**选取2020年8月—2021年1月于成都市第三人民医院心内科成功实施LBBP及右室流出道起搏(RVOP)的患者各23例。所有患者均于术后2周内行超声心动图检查。应用2D-STI技术分析和获取2组患者右心室整体、侧壁及室间隔纵向应变(LS)及相应的纵向应变达峰时间标准差(SD-Ts)。比较2组患者手术前后的常规参数及2D-STI参数。**结果:**①RVOP组术后QRS时限明显增宽,且术后QRS时限RVOP组较LBBP组明显增宽($P<0.001$)。其余各常规指标在两组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。②LBBP组术后,右心室SD-Ts、间隔SD-Ts、侧壁SD-Ts均减小,且术后LBBP组右心室SD-Ts、侧壁SD-Ts较RVOP组亦明显减小,差异均有统计学意义($P<0.05$)。手术前、后右心室各应变指标在两组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**2D-STI技术可客观、精确地评价不同部位起搏术后右心室收缩功能及同步性。LBBP作为一种全新的生理性起搏方式,能有效地维持右心室收缩同步性。

[关键词] 左束支区域起搏;右室流出道起搏;起搏器;右心室;同步性;纵向应变;收缩功能

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.07.009

[中图分类号] R541.7 **[文献标志码]** A

Two-dimensional speckle tracking imaging evaluates right ventricular systolic function and synchrony in the early stage of left bundle branch pacing

YAN Shuangshuang XIONG Feng ZHANG Lijuan LIU Chunxia
XU Min TAN Kunyue

(Department of Cardiology, The Third People's Hospital of Chengdu, The Affiliated Hospital of Southwest Jiaotong University, Chengdu Institute of Cardiovascular Diseases, Chengdu, 610031, China)

Corresponding author: XIONG Feng, E-mail: 496884618@qq.com

Abstract Objective: To evaluate early right ventricular systolic function and synchronicity of left bundle branch pacing using two-dimensional speckle tracking imaging(2D-STI). **Methods:** Forty six patients who received permanent cardiac implantation were enrolled from August 2020 to January 2021 in The Third People's Hospital of Chengdu. Patients were divided into left bundle branch pacing(LBBP) group($n=23$) and right ventricular outflow tract pacing(RVOP) group($n=23$). Echocardiography was performed at two weeks after surgery. The global longitudinal strain(GLS) and standard deviation of the time to peak strain(SD-Ts) of RV, the longitudinal strain(LS) and SD-Ts of lateral wall and ventricular septum were analyzed and obtained using 2D-STI. General and 2D STI parameters were compared between the two groups before and after operation. **Results:** (1) The QRS wave duration was significantly longer in RVOP group after operation and was also significantly longer than in LBBP

¹西南交通大学附属医院 成都市第三人民医院心内科 成都市心血管病研究所(成都,610031)
通信作者:熊峰,E-mail:496884618@qq.com

引用本文: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. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.07.009.

- [4] Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy[J]. Eur Heart J, 2021, 42(35): 3427-3520.
- [5] 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.
- [6] Jastrzebski M, Moskal P, Bednarek A, et al. Pro-

grammed his bundle pacing: a novel maneuver for the diagnosis of his bundle capture[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2019, 12(2): e007052.

- [7] Liang Y, Yu H, Wang N, et al. Cycle length criteria for His-bundle capture are capable of determining pacing types misclassified by output criteria[J]. Heart Rhythm, 2019, 16(11): 1629-1635.

(收稿日期:2021-11-14)