

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)

group($P < 0.001$). No significant differences were detected in the rest parameters($P > 0.05$). (2) The SD-Ts of RV, ventricular septum and lateral wall were decreased in LBBP group after operation($P < 0.05$). Compared with RVOP group, the SD-Ts of RV and lateral wall were also decreased in LBBP group after operation($P < 0.05$). There were no differences of the strain index between two groups before and after operation($P > 0.05$) **Conclusion:** 2D-STI is an objective and accurate method to evaluate RV global systolic function and synchrony.

Key words left bundle branch pacing; right ventricular outflow tract pacing; pacemaker; right ventricle; synchrony; longitudinal strain; systolic function

2017年, Huang等^[1]首次发表了左束支区域起搏(left bundle branch pacing, LBBP)这一全新的心脏起搏方式。随后,国内外多项研究证实, LBBP能恢复患者左心室的电学及机械同步性,改善左心室的结构与功能,与希氏束起搏(His-bundle pacing, HBP)具有相似的临床预后^[2-4]。而右心室由于解剖结构复杂,对其功能的临床评估一直具有挑战性。然而,研究表明右心室在充血性心力衰竭、心律失常和心源性猝死等多种心脏疾病的治疗和预后方面具有重要作用^[5]。因此,有必要对右心室的结构和功能进行一个全面、准确的评估。二维斑点追踪成像(two dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)技术无负荷依赖性,不受室壁运动方向与声束间夹角的影响,可提供右心室整体与节段纵向应变的客观量化评价,近年来已被推广用于右心室功能分析^[6-7]。因此,本研究旨在运用2D-STI技术对LBBP患者右心室收缩功能及同步性进行评估,以进一步证实该起搏方式的生理性。

1 对象与方法

1.1 对象

纳入成都市第三人民医院2020年8月—2021年1月因房室传导阻滞行起搏器植入的患者46例,所有患者均满足2018 ACC/AHA/HRS关于《心动过缓和心脏传导延迟评估和管理指南》^[8]心脏起搏器植入指征。其中LBBP组23例,男9例,女14例,年龄49~87岁,平均(66.60±11.86)岁;右室流出道起搏(right ventricular outflow tract pacing, RVOP)组23例,男13例,女10例,年龄50~86岁,平均(70.60±9.43)岁。于患者术后2周内在心室完全起搏的状态下采集超声图像。

排除标准:①左心室射血分数(LVEF)减低的患者(LVEF<50%);②先天性心脏病或心肌病患者;③严重的心脏瓣膜病及心肌梗死患者;④合并有肝肾功能不全而影响心功能及超声图像显示欠清影响分析者。

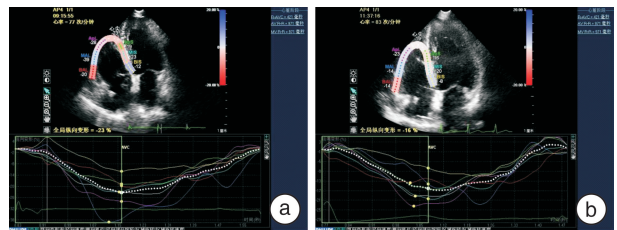
该研究由我院伦理委员会审批同意,所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

仪器使用 Philips iE33 型超声诊断仪,并配备频率为1~3 MHz的 S5-1 型探头。超声图像采

集:起搏器植入术后2周内于患者清醒、安静状态下获取超声图像。所有患者均取左侧卧位并连接心电图。采集以右心室为中心的心尖四腔切面动态图像时嘱患者屏气,留存连续3个心动周期的二维灰阶图像以便后期分析。手术前、后右心室长径(RVD1)、基底部内径(RVD2)及中间段内径(RVD3)、右心室面积变化分数(fractional area change, FAC)、三尖瓣侧壁瓣环收缩期峰值速度(S_v)、三尖瓣侧壁瓣环收缩期位移(tricuspid Annular plane systolic excursion, TAPSE)、LVEF、三尖瓣口前向血流速度比值(E/A)等常规超声心动图参数参照美国超声心动图学会及欧洲心血管影像学会推荐的超声测量方法进行测量^[9]。

二维图像分析:选取清晰的心尖四腔切面二维灰阶图像于 QLAB 9.0 软件系统 CMQ 模式下进行脱机分析。沿室间隔基底段至游离壁基底段描绘右心室心内膜面,并手动调整感兴趣区宽度使其与右心室室壁厚度相一致,即可得到右心室的时间-应变曲线,如图1所示。同时系统将自动给出右心室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)。右心室侧壁纵向应变(LLS)及右心室室间隔纵向应变(SLS)则分别为侧壁及室间隔各节段纵向应变的平均值。同时测量右心室QRS波起点至各节段应变的收缩期峰值时间作为达峰时间,并计算右心室收缩期整体纵向应变达峰时间标准差(RV SD-Ts)及右心室侧壁纵向应变达峰时间标准差(L SD-Ts)和右心室室间隔纵向应变达峰时间标准差(S SD-Ts)。所有数据均测量3次取其平均值。



a: LBBP 组右心室各节段收缩期应变达峰时间相对一致, b: RVOP 组右心室各节段收缩期应变达峰时间较紊乱。

图1 右心室收缩期应变达峰时间曲线图

Figure 1 Right ventricular systolic strain peak time curve

1.3 统计学处理

运用 SPSS 22.0 软件对数据进行分析。满足正态分布且方差齐性的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,不满足正态分布者以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。计数资料使用例(%)表示, χ^2 检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基本资料与常规超声指标比较

RVOP 组术后 QRS 时限明显增宽,较 LBBP 组亦明显增宽 ($P < 0.001$)。余各指标在 LBBP 组和 RVOP 组间及手术前后差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 1、2。

2.2 手术前后两组的右心室收缩功能及收缩同步性比较

各应变指标在 LBBP 组和 RVOP 组间及手术前后差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 3。LBBP 组术后 RV SD-Ts、S SD-Ts、L SD-Ts 较术前均明显减小,且术后 LBBP 组 RV SD-Ts、L SD-

Ts 较 RVOP 组亦减小,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),见表 4。余达峰时间标准差在两组间及手术前后差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 1 两组一般临床资料比较

项目	LBBP 组	RVOP 组
	(23 例)	(23 例)
年龄/岁	66.60 ± 11.86	70.60 ± 9.43
心率/(次 · min ⁻¹)	69.78 ± 6.76	67.47 ± 8.60
男性/例(%)	9(39.1)	13(56.5)
病因/例(%)		
高度房室传导阻滞	9(39.1)	11(47.8)
三度房室传导阻滞	14(60.9)	12(52.2)
合并症/例(%)		
高血压	15(65.2)	18(78.3)
糖尿病	12(52.2)	10(43.5)
术前 QRS 波时限/ms	120.39 ± 23.99	121.30 ± 23.19
术后 QRS 波时限/ms	113.04 ± 11.13	146.04 ± 12.42 ¹⁾²⁾

RVOP 组术后与术前比较,¹⁾ $P < 0.001$; LBBP 组与 RVOP 组术后比较,²⁾ $P < 0.001$ 。

表 2 两组常规超声心动图参数比较

Table 2 Conventional echocardiographic parameters $\bar{X} \pm S$

指标	LBBP 组		RVOP 组	
	术前	术后	术前	术后
RVD1/mm	53.47 ± 5.89	51.39 ± 7.24	52.38 ± 5.98	54.17 ± 6.65
RVD2/mm	35.68 ± 4.67	37.52 ± 3.99	34.89 ± 5.23	36.69 ± 3.88
RVD3/mm	31.53 ± 3.94	29.95 ± 5.80	30.25 ± 3.38	29.08 ± 4.08
FAC/%	50.05 ± 4.28	51.25 ± 6.08	48.23 ± 5.59	48.15 ± 6.20
S'/(cm · s ⁻¹)	12.38 ± 2.61	11.98 ± 1.85	13.02 ± 1.69	11.47 ± 1.13
TAPSE	19.20 ± 3.78	18.71 ± 2.52	21.06 ± 4.23	19.39 ± 3.05
LVEF/%	62.38 ± 3.42	59.74 ± 4.49	61.58 ± 4.67	60.82 ± 4.43
E/A	0.97 ± 0.26	0.81 ± 0.35	0.89 ± 0.43	0.93 ± 0.36

表 3 两组手术前后右心室收缩功能比较

Table 3 Right ventricular systolic function $\bar{X} \pm S$

指标	LBBP 组		RVOP 组	
	术前	术后	术前	术后
GLS/%	-20.71 ± 5.41	-21.48 ± 5.46	-20.65 ± 4.62	-19.47 ± 4.39
SLS/%	-17.79 ± 4.66	-18.89 ± 5.40	-17.00 ± 4.17	-15.97 ± 4.32
LLS/%	-23.20 ± 6.43	-24.60 ± 6.31	-24.15 ± 5.68	-22.98 ± 5.81

表 4 两组手术前后右心室收缩同步性比较

Table 4 Right ventricular systolic synchrony $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

指标	LBBP 组		RVOP 组	
	术前	术后	术前	术后
RV SD-Ts/ms	53.75 ± 23.75	34.71 ± 24.03 ¹⁾²⁾	48.83 ± 25.84	56.69 ± 27.88
S SD-Ts/ms	31.37(23.09, 43.46)	20.75(11.95, 36.30) ¹⁾	35.43(10.32, 59.39)	40.84(16.39, 74.48)
L SD-Ts/ms	34.95(23.48, 73.57)	22.53(7.84, 59.87) ¹⁾²⁾	34.67(20.34, 58.98)	46.58(25.48, 68.39)

与本组术前比较,¹⁾ $P < 0.05$; 与 RVOP 组术后比较,²⁾ $P < 0.05$ 。

3 讨论

LBBP作为一种全新的起搏方式,目前的研究已证实其能维持左心室的收缩同步性,改善患者的心功能^[2]。而右心室由于其复杂的解剖结构,关于LBBP对其结构及功能的影响鲜有报道。解剖上左、右心室共用室间隔,二者为结构及功能互相影响的整体,右心室的大小、形状及功能可通过室间隔介导的机械交互作用而影响左心室的形态、功能变化^[10]。因此对右心室的收缩功能及同步性进行分析,对客观评价LBBP的生理性具有重要意义。

在本次研究中,LBBP组术后右心室、间隔及侧壁的SD-Ts均明显小于术前,且术后上述指标亦小于RVOP组;而RVOP组手术前、后上述指标无明显差异。该结果表明相比于RVOP,LBBP更有助于改善右心室收缩同步性。众所周知,心脏正常的电激动顺序是从窦房结开始,经结间束传导至房室结,然后经希氏束、左右束支下传至浦肯野纤维网,最后传导至心肌。LBBP时,电冲动沿左束支下传,由于其传导通路接近正常传导系统,因此维持了左心室的收缩同步性^[2-3]。同时其电冲动也会逆传至希氏束,并沿右束支迅速下传至右侧浦肯野纤维^[11],而浦肯野纤维的电传导速度可达3~4 m/s^[12],这种快速传导有利于右心室各节段同步收缩,同时也相对维持了左、右心室的同步运动^[13]。而RVOP尽管起搏部位也接近希氏束水平,但不同于左束支位于左心室内膜下,细长的右束支被绝缘层包裹,电极夺获困难,电冲动通过心肌细胞的闰盘连接进行传递,传导速度仅0.3~1.0 m/s^[13-14];当电信号转换为机械信号完成心肌的收缩运动时,就可能造成心肌激动的时差而造成右心室内收缩运动的不同步^[14]。另外,LBBP组手术前后QRS时限并无统计学差异,而RVOP组术后QRS时限明显增宽,QRS时限越宽,表明左、右心室电激动顺序和收缩的同步性越差^[15],这也说明LBBP有助于维持左、右心室的收缩同步性。

右心室解剖结构复杂,心脏收缩主要以纵向运动为主,并与室间隔协同使得右心室血液进入肺循环。因此,评价以心尖四腔心为主的右心室纵向应变可有效反映右心室收缩功能^[16]。右心室GLS包含了室间隔,虽然室间隔对右心室收缩性能有重要贡献,但它主要是左心室的组成部分;因此,2018 EACVI/ASE对于右心室形变的标准化二维斑点追踪超声心动图检查共识^[17]认为仅右心室侧壁心肌变形具有预后价值。而本研究显示手术前后无论是右心室GLS还是LLS,在两组间差异均无统

计学意义,表明术后即刻两种起搏方式的收缩功能并无差异。而已有研究显示,右心室收缩失同步会导致右心室的纵向收缩功能降低^[18]。在对术后6个月不同部位起搏对右心室功能的影响中则发现,右室心尖部起搏与右室间隔部起搏的收缩功能明显低于HBP^[19]。而本研究结果显示RVOP组术后右心室纵向应变有降低趋势,可能因为术后随访时间较短,虽然术后LBBP已显示出较RVOP较好的右心室收缩同步性,但是收缩失同步对右心室结构及功能的影响可能还需要一定的过程。因此本课题后期有必要深入随访,以研究随着右心室收缩失同步时间的延长,右心室出现重构和收缩功能减退的时间节点,从而进一步确定相较于RVOP,LBBP对右心室收缩功能的有益作用。

以往的研究多集中于LBBP左心室结构及功能的变化,而本课题的新颖之处体现在首次通过2D-STI技术对LBBP术后早期右心室收缩功能及同步性进行了分析。当然,这一研究也存在部分缺点:①术后随访时间较短,未评估长期LBBP右心室结构及功能的变化。②右心室节段获取的不完整性,仅以心尖四腔心切面右心室纵向应变代表右心室的收缩功能。

综上所述,2D-STI技术可较为客观、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。尽管对右心室收缩功能的积极作用并没有在术后立即表现出来,不过随着研究的深入,LBBP对右心室收缩功能的有益作用也可能随之呈现。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 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.
- [2] Huang W, Wu S, Vijayaraman P, et al. Cardiac resynchronization therapy in patients with nonischemic cardiomyopathy using left bundle branch pacing [J]. *JACC Clinical Electrophysiology*, 2020, 6(7): 849-858.
- [3] 贾祥贺, 郑晓琳, 卢文杰, 等. 希氏束起搏与右心室间隔部起搏的临床对比研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(4): 375-378.
- [4] Wu S, Su L, Vijayaraman P, et al. Left bundle branch pacing for cardiac resynchronization therapy: nonrandomized on-treatment comparison with his bundle pacing and biventricular pacing[J]. *Canadian J Cardiol*,

- 2020,20:111.
- [5] Apostolakis S, Konstantinides S. The right ventricle in health and disease: Insights into physiology, pathophysiology and diagnostic management[J]. *Cardiology*, 2012, 121: 263-273.
- [6] Muraru D, Onciul S, Peluso D, et al. Sex-and method-specific reference values for right ventricular strain by 2-Dimensional speckle-tracking echocardiography[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2016, 9: e003866.
- [7] Cameli M, Righini FM, Lisi M, et al. Right ventricular strain as a novel approach to analyze right ventricular performance in patients with heart failure[J]. *Heart Failure Reviews*, 2014, 19(5): 603-610.
- [8] 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[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(7): e51-e156.
- [9] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1): 1-39.
- [10] Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part i: anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle [J]. *Circulation*, 2008, 117(11): 1436-1448.
- [11] 苏蓝, 黄伟剑. 永久性希浦系起搏——同步化治疗的新方向[J]. *南京医科大学学报*, 2019, 39(6): 802-805.
- [12] Siu CW, Wang M, Zhang XH, et al. Analysis of ventricular performance as a function of pacing site and mode[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2008, 51(2): 171-182.
- [13] 张洁, 吴冬燕, 何乐, 等. 不同起搏部位的心室电机械同步性分析[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(5): 440-446.
- [14] 庞博, 李光源, 王永槐, 等. 二维斑点追踪成像技术评价完全性左束支传导阻滞患者的左心室功能及同步性[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2019, 16(11): 841-847.
- [15] Sharma PS, Dandamudi G, Herweg B, et al. Permanent His-bundle pacing as an alternative to biventricular pacing for cardiac resynchronization therapy: A multicenter experience [J]. *Heart rhythm*, 2017, 15(3): 413.
- [16] Rudski LG, Lai WW, Afifalalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23: 685-713.
- [17] Badano LP, Kolia TJ, Muraru D, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging[J]. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 2018, 20: 111.
- [18] 高海叶, 邓爱云, 王小娟, 等. 速度向量成像技术对肺动脉高压患者右心室收缩功能及同步性的评估[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(5): 75-80.
- [19] 李慧, 胡奕然, 顾敏, 等. 实时三维超声心动图联合斑点追踪技术评价不同部位起搏对右室功能的影响[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2020, 113(4): 26-30.

(收稿日期: 2021-12-20)