

· 论著 ·

经胸超声心动图引导左束支区域起搏电极植入的初步评价

熊峰 邓晓奇 谭焜月 王淑珍 刘春霞 张丽娟

(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, 四川 成都 610031)

【摘要】目的 探讨经胸超声心动图在左束支区域起搏术中引导电极植入的方法及作用。**方法** 2019 年 7 月—2019 年 8 月在我院行左束支区域起搏的 5 例患者,术前经胸超声心动图拟定电极植入区域(靶区域)及植入路径。术中经胸超声心动图实时引导电极植入靶区域及植入深度,记录心电图特征、起搏参数、手术时间、X 线曝光时间。**结果** 5 例患者皆成功在经胸超声心动图实时引导下实施左束支区域起搏,4 例电极植入靶区域,1 例电极植入低于靶区域。其中 1 例患者电极穿孔入左心室,更换区域植入。5 例患者手术时间(125.00 ± 8.12) min, X 线曝光时间(14.16 ± 1.68) min,心室电极植入时间(24.80 ± 7.01) min,心室电极植入 X 线曝光时间(8.93 ± 1.84) min。术后 1 周、1 个月、3 个月随访起搏参数稳定,无导线脱位、穿孔、血栓及感染发生。**结论** 经胸超声心动图可引导左束支区域起搏术中电极植入,避免电极植入深度不足及电极穿孔等并发症发生。靶区域的制定,有利于促进左束支区域起搏术式的操作统一。

【关键词】 经胸超声心动图;左束支;心脏起搏;电极植入

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2019.09.033

Preliminary Evaluation of Transthoracic Echocardiography for Pacemaker Electrode Implantation in Left Bundle Branch

XIONG Feng, DENG Xiaoqi, TAN Kunyue, WANG Shuzhen, LIU Chunxia, ZHANG Lijuan

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

【Abstract】Objective To explore the effect of transthoracic echocardiography (TTE) for guiding electrode implantation in left bundle branch pacing. **Methods** Five patients in our hospital from July 2019 to August 2019 underwent TTE to determine the electrode implantation area (target area) and implantation path before operation. TTE guided real-time electrode implantation target area and implantation depth. The electrocardiogram characteristics, pacing parameters, operation time, and X-ray exposure time were recorded. **Results** Left bundle branch pacing was successfully performed in all 5 patients under the real-time guidance of transthoracic echocardiography. The electrode was implanted in the target area in 4 cases and lower than the target area in 1 case. In one patient, the electrode was perforated into the left ventricle and the replacement area was implanted. The operation time of 5 patients was (125.00 ± 8.12) min, X-ray exposure time (14.16 ± 1.68) min, ventricular electrode implantation time (24.80 ± 7.01) min, ventricular electrode implantation X-ray exposure time (8.93 ± 1.84) min. The pacing parameters were stable at 1 week, 1 month and 3 months after operation, and there was no wire dislocation, perforation, thrombosis and infection. **Conclusion** TTE can guide electrode implantation in left bundle branch area pacing and avoid complications such as insufficient depth of electrode implantation and electrode perforation. The establishment of the target area is beneficial to promote the unity of pacing operation in the left bundle branch area.

【Key words】 Transthoracic echocardiography; Left bundle branch; Cardiac pacing; Electrode implantation

左束支区域起搏(left bundle branch area pacing, LBBP)又称为经间隔左侧传导系统起搏,从理论上而言是一种较为理想的生理性起搏方式。2017 年 Huang

等^[1]率先报道 1 例 LBBP 的病例,引发业内对 LBBP 的广泛关注。相较希氏束起搏而言,操作更简单,手术成功率更高。但作为一项新兴起搏术式,LBBP 存在定

基金项目:四川省卫生健康委员会普及项目(19PJ168)

通讯作者:邓晓奇, E-mail: dxq0429@163.com

义及判断标准尚不统一,操作流程急需规范等问题,远期患者获益亦需大量研究证实^[2]。理论上讲,电极植入左束支区域都可能夺获左束支电位,但夺获的左束支部位存在较多解剖变异性及术中操作不确定性。目前,LBBP 电极的植入位点并无较明确区域,一般以希氏束远端 1~1.5 cm 作为起搏初始位置。但术者术中仅通过 X 线影像与心电图特征,并不能准确地判断电极在室间隔的植入位置及深度,经胸超声心动图可以弥补这些不足,并可适时、快速和便捷地显示心腔内结构及血流变学特性。本文试图通过经胸超声心动图拟定电极植入区域(靶区域),术中适时引导电极植入靶区域及合适深度,探索术中经胸超声心动图引导下的 LBBP 操作流程。

1 资料与方法

1.1 研究对象

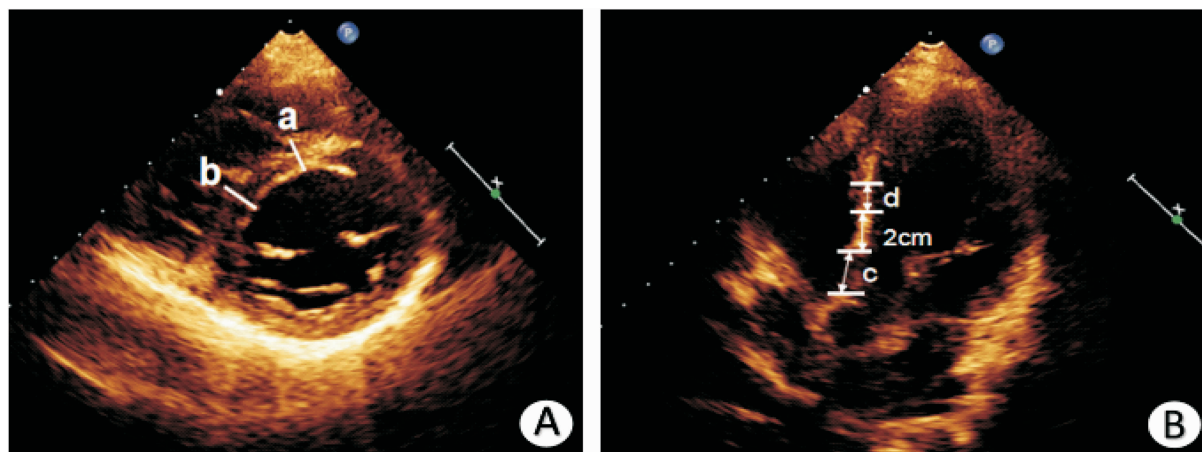
2019 年 7 月—2019 年 8 月本院行 LBBP 患者 5 例,其中男性 4 例,女性 1 例,年龄 52~77 岁,平均(64.40±11.26)岁。其中三度房室传导阻滞 4 例,二度Ⅱ型房室传导阻滞 1 例。术前签署知情同意书,完善超声心动图、心电图、肝肾功能及凝血功能等检查,术中超声心动图引导电极植入靶区域及合适深度,术

后复查起搏参数、心电图及超声心动图。

1.2 方法

1.2.1 靶区域的制定

希氏束沿室间隔膜部后下缘走行,在室间隔肌部上缘分为左束支和右束支。左束支主干短而粗,整个分布区域类似“扇形”,分支以“二分叉型”和“网型”多见,“三分叉型”少见^[3]。解剖上存在畸形左束支,即左束支主干或分支穿行于室间隔。超声心动图可清晰显示室间隔膜部,并可对左室壁节段划分,对室间隔有前、中、后间隔的三分法,以室间隔中份为界又分为室间隔左室部分和室间隔右室部分。结合左束支解剖及超声影像学特点,拟定电极植入靶区域为室间隔膜部下缘沿肌部朝心尖方向走行 2~3 cm 的范围内,靠近前、中间隔与中、后间隔交界线植入(见图 1)。左束支分支多在心内膜下走行,植入深度常为电极头端紧邻左室心内膜,超声心动图引导电极接触靶区域右室心内膜面后引导导线较快速旋入,电极头端临近左室心内膜面时放缓旋入速度,观察单极起搏心电图 V₁ 导联 QRS 波群终末部分出现 R' 波为电极固定位置,并记录左束支电位。



注:A:大动脉短轴切面:a 线为前中间隔交界线,b 线为中后间隔交界线。B:心尖五腔心切面:c 段为室间隔膜部,d 段为靶区域,即距离室间隔膜部下缘 2~3 cm 的区域。

图 1 经胸超声心动图标注起搏靶区域

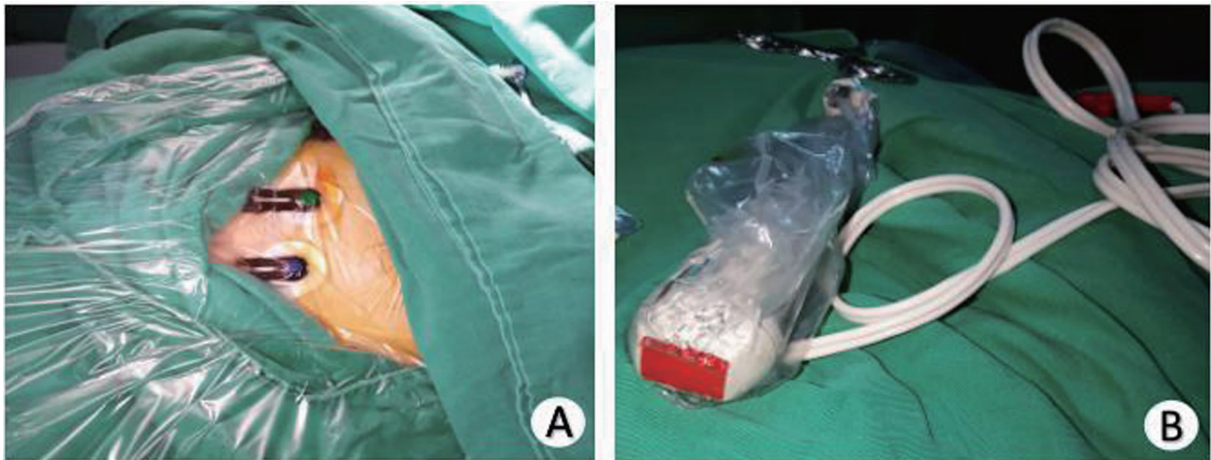
1.2.2 手术方法

手术操作在心导管室进行,使用设备为:心血管造影机(日本岛津公司)、电生理记录系统(美国雅培公司)、起搏分析仪(美国美敦力公司)。患者仰卧位,连接标准 12 导联体表心电图。术前超声确定术中需要的引导声窗(一般位于胸骨左缘三四肋间隙、心尖区,心界下移明显者选取剑突下)(见图 2A)。常规消毒,且消毒范围扩大至引导声窗外 15 cm,铺巾时暴露

引导声窗并予以医用手术薄膜覆盖、固定,检查时避免超声探头与声窗皮肤直接接触,超声探头及探头连接线外罩手术消毒套(美国美敦力公司)(见图 2B)。超声医师操作探头引导,助手协助图像采集。1%利多卡因局麻后,常规穿刺两次左侧腋静脉成功,制作皮囊。植入电极传送鞘管系统(带止血阀和灌注口)后,超声监测有无穿越腱索,并评价瓣膜反流情况。X 线指导下(正位和左前斜位 45°)常规操作 C315 鞘至

靶区域,经超声确认,如未在靶区域,按照超声提示位置调整鞘管。在靶区域试起搏, V_1 导联呈“W”形,顿挫在 QRS 波群底部。使导线头端垂直于室间隔,旋入电极,遵循“先快后慢”的原则,超声监测观察导线头端和室间隔左室心内膜的距离,在临近左室心内膜面时,放缓导线旋入速度。观察起搏时 V_1 导联 QRS 波群底部的顿挫逐渐移动到 QRS 波群的终末直到出现终末部分的 R' 波, X 线观察导线位置变化出现

Fulcrum 征。当 V_1 导联 QRS 波群终末部分出现 R' 波时,停止旋入,测试起搏参数,测量 V_6 导联起搏钉到左室激动时间,测试选择性和非选择性 LBBP 阈值,记录左束支电位。超声再次确认电极头端与左室心内膜面的距离,如果头端已穿过左室内膜面,需旋回导线重新更换位置植入。撤输送鞘并确认导线固定良好,再次测量起搏参数,心房导线置于右心耳,导线连接起搏器,包埋起搏器于皮囊,逐层缝合皮肤加压包扎。



注:A:术前确定引导声窗,覆盖医用手术薄膜。B:探头外罩手术消毒套。

图2 引导声窗和超声探头的无菌保护

1.2.3 超声心动图评价及引导

使用飞利浦 iE Elite 彩色多普勒超声诊断仪, S5-1 二维经胸探头,探头频率 2~4 MHz, X5-1 经胸四维探头,探头频率 1~5 MHz。术前经胸超声测量室间隔基底段厚度及靶区域厚度和左室腔大小,评估左室功能,了解二尖瓣乳头肌大小,有无心肌致密化不全及假腱索。采用心尖五腔切面或胸骨旁四腔切面(心界下移明显者,选用剑下四腔切面或剑下五腔切面)结合左室短轴乳头肌切面偏基底侧观察起搏靶区域,找寻最佳观察切面及角度。术中实时引导输送鞘管过三尖瓣,并调整角度至靶区域,监测螺旋电极从接触室间隔右室内膜面至临近左室内膜面拧入过程,夺获左束支电位并固定电极后,测量导线植入深度,电极头端与左室内膜面以及二尖瓣附着点距离,测量导线植入点至三尖瓣环距离及室间隔膜部下缘距离。术后观察有无电极脱位或穿孔,有无导线血栓附着。

1.2.4 术后随访

术后 1 周、1 个月、3 个月门诊随访患者有无不适症状、起搏器参数、心电图 QRS 波群时限,超声心动图

观察电极植入位置、角度、深度,有无血栓及感染。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 15.0 统计软件统计学处理,计量资料用 $\text{Mean} \pm \text{SD}$ 表示,采用单因素方差分析及 Dunnett-t 检验, $P < 0.05$ 有统计学差异。

2 结果

2.1 基线数据

5 例患者在经胸超声心动图引导下完成 LBBP,其中男性 4 例,女性 1 例,年龄 52~77 岁,平均 (64.40 ± 11.26) 岁。其中三度房室传导阻滞 4 例,二度 II 型房室传导阻滞 1 例。3 例合并高血压,1 例合并糖尿病,1 例合并慢性阻塞性肺疾病。术前室间隔基底段厚度 (10.40 ± 1.14) mm,靶区域室间隔厚度 (11.40 ± 1.14) mm,左房收缩期前后径 (38.00 ± 5.66) mm,左室舒张末期内径 (43.20 ± 2.49) mm,左室收缩末期内径 (28.60 ± 2.12) mm,左室射血分数 $(62.60 \pm 3.36)\%$ (见表 1)。2 例轻度三尖瓣反流,3 例微量三尖瓣反流,2 例左室内见假腱索,无肥厚型心肌病或心肌致密化不全,二尖瓣乳头肌位置及大小正常。

表 1 LBBP 术前超声心动图资料

	病例 1	病例 2	病例 3	病例 4	病例 5	Mean ± SD
左房收缩期前后径 (mm)	39	42	43	35	31	38.00 ± 5.66
左室舒张末期内径 (mm)	44	45	39	45	43	43.20 ± 2.49
左室收缩末期内径 (mm)	31	29	26	29	28	28.60 ± 2.12
室间隔基底段厚度 (mm)	10	9	11	12	10	10.40 ± 1.14
室间隔靶区域厚度 (mm)	11	11	12	13	10	11.40 ± 1.14
左室射血分数 (%)	57	65	62	65	64	62.60 ± 3.36

2.2 手术情况

5 例患者均成功在超声心动图引导下实施 LBBP, 4 例患者电极植入靶区域, 皆 1 次植入成功, 1 例患者因电极穿孔, 在预定靶区域下约 5 mm 第二次植入, 其中 4 例电极植于靠近室间隔中后间隔交界线, 1 例电极植于靠近室间隔前中间隔交界线。4 例患者采用经胸和经心尖超声心动图切面予以引导, 1 例患者因慢性阻塞性肺疾病心界明显下移, 在剑下切面给予引导。舒张期心尖五腔切面: 导线植入点距室间隔膜部

下缘距离 (2.72 ± 0.54) mm。舒张期心尖四腔切面: 导线植入点距三尖瓣环距离 (2.82 ± 0.43) mm, 电极头端距离二尖瓣附着点距离 (3.68 ± 0.47) mm。舒张期左室短轴切面: 电极头端距离左心室内膜距离 (0.76 ± 0.66) mm, 导线植入深度 (11.18 ± 1.63) mm。5 例患者皆植入双腔起搏器, 手术时间 (125.00 ± 8.12) min, 心室电极植入时间 (24.80 ± 7.01) min, X 线曝光时间 (14.16 ± 1.68) min, 心室电极 X 线曝光时间 (8.93 ± 1.84) min, 见表 2 和图 3 ~ 6。

表 2 LBBP 术中资料

	病例 1	病例 2	病例 3	病例 4	病例 5	Mean ± SD
导线植入点距室间隔膜部下缘 (cm)	3.40	2.44	2.98	2.80	2.01	2.72 ± 0.54
电极头端距左心室内膜 (mm)	1.80	1.00	0.50	0.30	0.20	0.76 ± 0.66
导线植入深度 (mm)	10.0	9.4	11.0	13.5	12.0	11.18 ± 1.63
导线植入点距三尖瓣环 (cm)	3.1	2.7	3.4	2.6	2.3	2.82 ± 0.43
电极头端距二尖瓣前叶附着点 (cm)	4.4	3.3	3.9	3.4	3.4	3.68 ± 0.47
手术时间 (min)	127	128	118	136	116	125.00 ± 8.12
X 线曝光时间 (min)	14.90	13.03	13.30	16.77	12.80	14.16 ± 1.68
心室电极植入时间 (min)	16	28	20	34	26	24.80 ± 7.01
心室电极植入 X 线曝光时间 (min)	6.13	9.77	8.43	11.10	9.20	8.93 ± 1.84

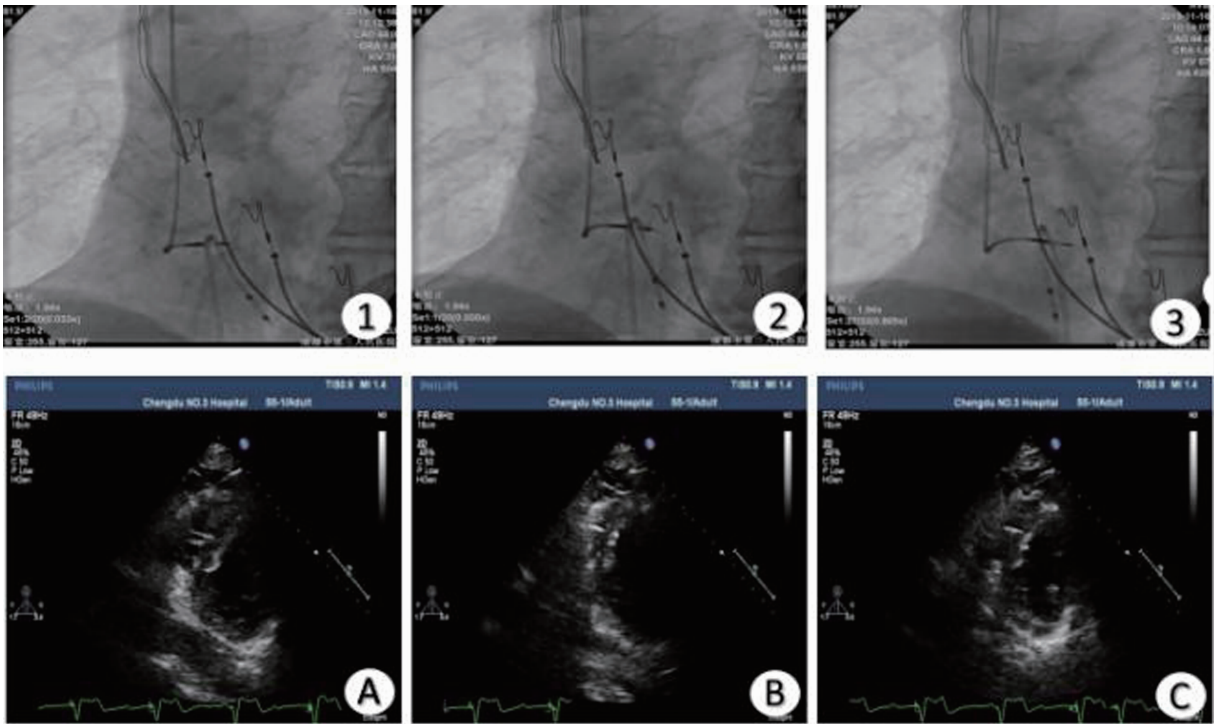
2.3 随访

术中起搏阈值 (0.64 ± 0.11) V/0.4 ms、感知 (13.96 ± 2.92) mV、阻抗 (771.40 ± 105.18) Ω、QRS 波群时限 (105.40 ± 5.13) ms, 术后 1 周、1 个月、3 个月与术中相比, 起搏阈值、感知、阻抗及心电图 QRS 波

群时限无统计学差异 ($P > 0.05$), 见表 3。超声心动图随访无电极脱位、穿孔, 导线上无血栓附着, 三尖瓣反流与术前相比无明显变化。所有患者无感染发生, 无不适症状。

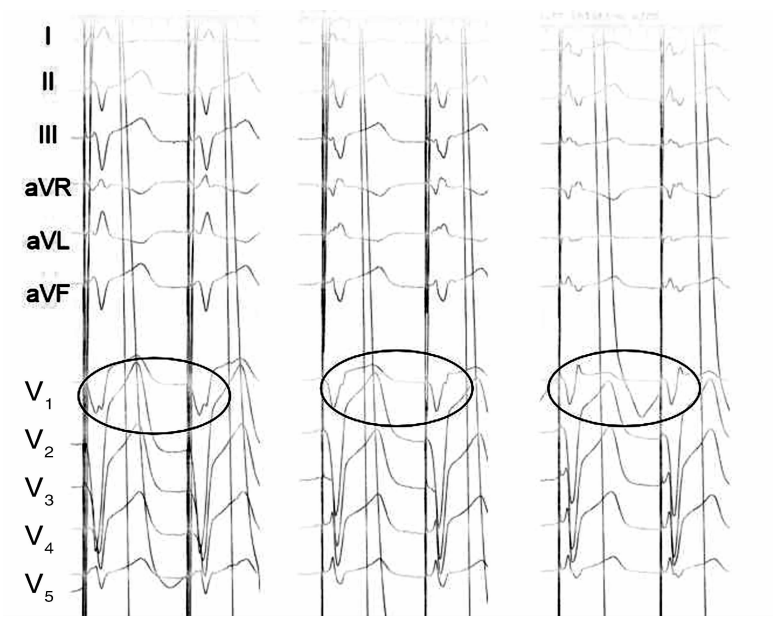
表 3 患者术中、术后起搏参数和 QRS 波群时限比较

	术中	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月
阈值 (V/0.4 ms)	0.64 ± 0.11	0.75 ± 0.18	0.75 ± 0.25	0.75 ± 0.18
感知 (mV)	13.96 ± 2.92	12.80 ± 2.08	13.40 ± 2.00	13.16 ± 1.98
阻抗 (Ω)	771.40 ± 105.18	658.00 ± 99.60	719.40 ± 68.01	665.20 ± 49.23
QRS 波群时限 (ms)	105.40 ± 5.13	106.00 ± 8.72	103.60 ± 5.59	103.80 ± 7.95



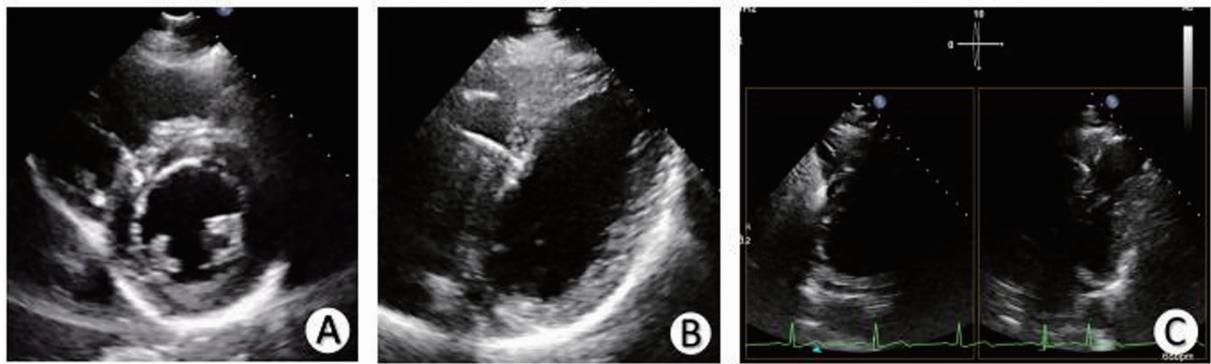
注:A、B、C 分别为超声心动图监测下电极头端接触室间隔右室心内膜面、电极头端到达室间隔中份、电极头端接触室间隔左室心内膜面。1、2、3 为与 A、B、C 相对应的 X 线所示导线位置,患者植有临时起搏导线。

图 3 经胸超声心动图与 X 线监测电极植入



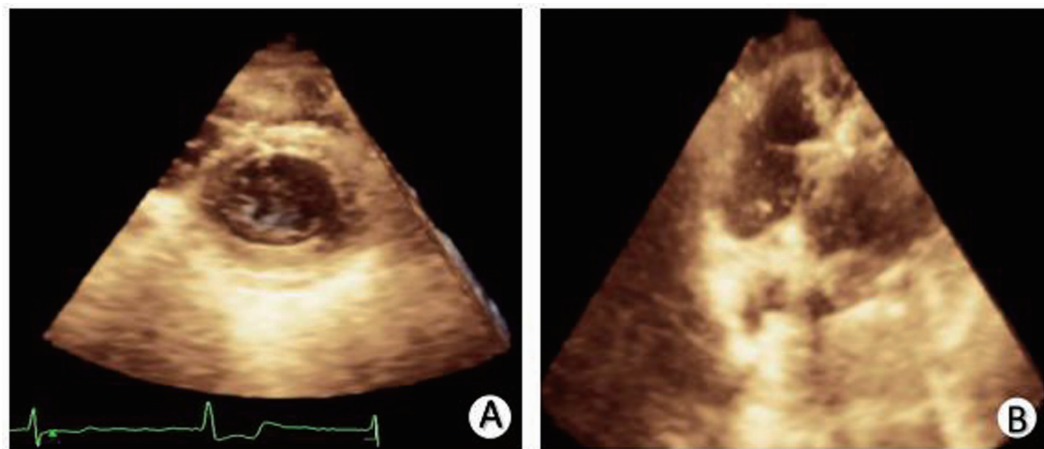
注:图中标示处分别为电极在室间隔右室心内膜面,V₁导联呈“W”形,顿挫在 QRS 波群底部;导线旋入过程中 V₁导联 QRS 波群底部的顿挫逐渐移动到 QRS 波群的终末;V₁导联 QRS 波群终末部分出现 R' 波。

图 4 电极植入过程的心电图变化



注:A、B 为术中 S5-1 探头对电极植入实时引导;C 为术中 X5-1 探头 xPlane 双平面对电极植入实时引导。

图 5 不同超声切面引导电极植入



注:A、B 为术中 S5-1 探头四维显示电极植入。

图 6 四维模式下观察电极

3 讨论

传统右室起搏改变了心脏的电及机械激动顺序,增加了心房颤动和心力衰竭的发生率^[4-6]。与右室起搏相比,希氏束起搏虽可显著降低心力衰竭及心房颤动的发生率,但存在技术要求高、起搏感知偏低、阈值偏高等局限性^[7]。Mafi-Rad 等^[8]于 2016 年首次尝试用螺旋固定导线从右室面旋入到左室心内膜下进行左室间隔面起搏,2017 年 Huang 等^[1]以病例报道的方式首次提出 LBBP 的概念,是起搏领域的重大进展。相较希氏束起搏而言,LBBP 更易操作且并发症更少,是目前认为生理性起搏能达到的方式之一,更易广泛开展。但左束支在左室心内膜下传导束呈网状分布,且个体差异大^[9]。当前将在左束支主干、左前分支或左后分支、左侧浦肯野系统区域能夺获左束支电位,都定义为 LBBP 范畴。鉴于左束支的解剖学特点,无论在适应证、判断标准或操作流程都未统一,起搏区域更依赖术者的操作经验判断。临床存在患者因术中电极固定、术后电极回退或心肌病变等原因,导致

LBBP 实际为间隔部起搏,并不能发挥生理性起搏的效用。如电极头端穿孔入左室腔内,会增加血栓等风险。

本研究结合左束支解剖特点及超声心动图影像学特点,尝试经胸超声心动图拟定电极植入靶区域和术中实时引导电极植入靶区域。X 线及腔内心电图不能直观地显示导线走行及旋入深度,对心内细微解剖结构及导线走行路径与毗邻结构之间的关系亦难以确定。而经胸超声心动图具有实时、便捷和快速等优点。在术前可明确术中需要的解剖细节,如室间隔厚薄,尤其是靶区域室间隔厚薄,左室腔大小,三尖瓣形态及反流,腱索、肌小梁及乳头肌等,亦可对患者有无心肌病提前判断。术前需确定超声引导声窗,在此基础上扩大消毒范围,并且避免超声探头与声窗下皮肤直接接触,超声操作者同术者一样无菌操作,由助手协助采集术中超声图像,避免增加患者的感染风险。术中经胸超声心动图的应用需严格做到无菌操作,超声心动图可“直视”下配合术者引导电极至起搏靶区

域,避免 X 线不能确定室间隔厚薄及准确区域的问题,能较准确地判断电极植入位置及深度,明确电极头端与左室心内膜的距离,当电极头端穿孔入左室腔内时,能及时发现并旋回电极,重新选择起搏区域植入,保障了手术的安全性及成功率。但患者基础疾病、平卧体位以及探头与患者皮肤尚有手术消毒套和手术薄膜的隔离等原因,导致所做超声切面并不都标准且清晰。在声窗处涂抹聚维酮碘使探头与声窗贴合更密切,结合非标准切面动态观察及必要时使用剑下切面等方法都有利于实时引导的顺利进行。在监测导线旋入室间隔的过程,因心脏的跳动及超声图像的变动,难以捕获导线旋入的整个细节,在旋入导线的过程中,须结合心电图的实时变化综合确定。但超声在判断电极植入区域、深度和角度等方面,有较大影像学优势,可以引导术者操作心室电极迅速到位,理论上可降低手术时间及减少 X 线曝光时间。但本研究手术时间及 X 光曝光时间较长,可能因为新开展的经胸超声心动图引导下 LBBP,尚待进一步优化操作流程。

在本研究 5 例患者中,4 例成功在经胸超声心动图引导下将电极植入靶区域,导线植入点距室间隔膜部下缘 2.01 ~ 2.98 cm,1 例因调整鞘管到达靶区域耗时较长,在旋入导线过程中出现电极穿孔入左室腔内情况,放弃靶区域,旋回导线重新选在低于靶区域位置二次植入成功,导线植入点距室间隔膜部下缘 3.40 cm。所有患者电极皆植入在室间隔中段并贴近左室心内膜,电极头端距左室心内膜距离为 (0.76 ± 0.66) mm,这与室间隔中段为肌性组织,导线容易旋入至贴近左室心内膜有关。匡晓晖等^[10]采用心腔内超声术测得电极头端距左室心内膜距离为 (1.01 ± 0.31) mm,而 Chen 等^[11]术后使用三维超声心动图随访二者距离为 (1.33 ± 1.73) mm,电极头端都临近左室心内膜。对于肥厚明显的室间隔(如肥厚型心肌病)及菲薄的室间隔以及有明显瘢痕的室间隔,存在导线不易旋入或容易穿孔,术前结合超声及磁共振成像等检查,有利于选择合适的起搏方式及电极植入位置。本研究中 4 例患者使用超声心动图的经胸切面和经心尖切面引导,1 例慢性阻塞性肺疾病患者因心界下移采用经剑下切面引导,皆顺利完成手术。所有患者术中未诉胸闷和胸痛等症状,但仍应予以重视,LBBP 患者术中出现此类主诉较多,这些症状可能与电极植入过程中损伤室间隔分布的血管有关,往往需更换位置植入,症状才能缓解。

经过 3 个月的短期随访,5 例患者术后无电极脱位和穿孔的发生,导线上亦无血栓附着,无感染并发

症。起搏参数稳定,起搏阈值低,感知功能好,阻抗稳定;心电图 QRS 波群窄,提示手术的安全性高,短期疗效确切。有研究^[12]认为 QRS 波群时限及形态与起搏部位有关,而 QRS 波群形态与左、右心室同步性密切相关。同传统右室起搏比较^[11,13-14],LBBP 有更多优势,起搏阈值更低且同步性好,短期随访起搏数据稳定,解决了希氏束起搏阈值高、感知低及无法纠正希氏束下阻滞等问题。LBBP 较希氏束起搏操作简单,植入成功率高,易于推广。

本研究显示,使用经胸超声心动图引导 LBBP 过程中的电极植入具有实时准确定位,尽可能规避风险,提高手术安全性及成功率等优势。相对于心腔内超声引导,能减轻患者经济负担,且减少因血管穿刺带来的并发症。同时对于图像清晰病例,有望实现“绿色”生理起搏。

本研究存在的局限性:(1)病例数研究过少,需较大样本量纳入研究。(2)本研究尝试使用经胸超声心动图的影像特点划定 LBBP 的电极植入区域,但左束支解剖分布与经胸超声划定区域并非呈对应关系。(3)因患者基础疾病、体位、声窗、图像质量和心脏动度等因素,很难捕获导线在室间隔心肌旋入的完整过程,亦不是所有患者可获得清晰及标准图像,减弱了患者术中实时引导的作用及测量的准确性。(4)经胸超声心动图的术中使用增加了 LBBP 感染的额外风险。

参考文献

- [1] 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 ventricular ejection fraction[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(4): 1-11.
- [2] 李玉秋, 陈柯萍. 左束支起搏的现状与困惑[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2019, 39(6): 793-796.
- [3] James TN, Sherf L, Urthaler F. Fine structure of the bundle branches[J]. *Br Heart J*, 1974, 36(1): 1-18.
- [4] 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 pace maker therapy for sinus node dysfunction[J]. *Circulation*, 2003, 107(23): 2932-2937.
- [5] Wilkoff BL, Cook JR, Epstein AE, et al. Dual-chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the dual chamber and VVI implantable defibrillator (DAVID) trial[J]. *JAMA*, 2002, 288(24): 3115-3123.
- [6] Abdelrahman M, Subzposh FA, Beer D, et al. Clinical outcomes of His bundle pacing compared to right ventricular pacing[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(20): 2319-2330.
- [7] Qian Z, Zou F, Wang Y, et al. Permanent His bundle pacing in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2019, 42(2): 139-145.
- [8] Mafi-Rad M, Luermans JG, Blaauw Y, et al. Feasibility and acute hemodynamic

- effect of left ventricular septal pacing by transvenous approach through the inter-ventricular septum[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2016, 9(3):e003344.
- [9] Massing GK, James TN. Anatomical configuration of the His bundle and bundle branches in the human heart[J]. *Circulation*, 1976, 53(4):609-621.
- [10] 匡晓晖, 张曦, 高晓龙, 等. 心腔内超声指导左束支起搏[J]. *中华心律失常学杂志*, 2019, 23(2):109-114.
- [11] 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.
- [12] Tse HF, Yu C, Wong KK, et al. Functional abnormalities in patients with permanent right ventricular pacing: the effects of sites of electrical stimulation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 40(8):1451.
- [13] 曾春苗, 彭双林, 阮天成. 左束支区域起搏对房室传导阻滞患者近期疗效及安全性的评估[J]. *广东医科大学学报*, 2019, 37(1):41-44.
- [14] Su L, Wu S, Wang S, et al. Pacing parameters and success rates of permanent His-bundle pacing in patients with narrow QRS: a single-centre experience[J]. *Europace*, 2019, 21(5):763-770.

收稿日期: 2019-11-29

急性伊洛前列素吸入对肺动脉高压患者右心室功能的影响

段宇 贾静 步睿 李涛 韦宏

(哈尔滨医科大学附属第四医院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

【摘要】目的 右心室功能是影响肺动脉高压患者预后的重要因素。本研究通过心脏磁共振成像及右心导管检查, 评估急性伊洛前列素吸入对肺动脉高压患者右心室功能的即刻影响。**方法** 选择 2015 年 9 月—2017 年 12 月肺动脉高压患者 43 例, 其中特发性肺动脉高压患者 23 例, 结缔组织病相关性肺动脉高压患者 20 例。患者均在基线状态和吸入伊洛前列素 5 μg , 20 min 后行右心导管及心脏磁共振成像检查。**结果** 急性伊洛前列素吸入使肺血管阻力从 (12 ± 7) Wood 降低到 (9 ± 5) Wood 单位, 右室射血分数从 $(30 \pm 11)\%$ 增加到 $(35 \pm 12)\%$ ($P < 0.05$), 右室搏出量从 (53 ± 21) mL 增加到 (57 ± 22) mL ($P < 0.05$), 舒张末期右室容积从 (179 ± 67) mL 减少到 (172 ± 69) mL ($P < 0.05$)。在特发性肺动脉高压患者中, 急性伊洛前列素吸入诱导的右室射血分数改善程度与肺血管阻力降低程度相关 ($P < 0.0001$)。**结论** 急性伊洛前列素吸入改善了特发性肺动脉高压和结缔组织病相关性肺动脉高压患者的右室射血分数、右室搏出量, 减少了舒张末期右室容积。在特发性肺动脉高压患者中, 右室射血分数增加与肺血管阻力的减少成正比。

【关键词】 伊洛前列素; 右心室功能; 肺动脉高压; 心脏磁共振成像**【DOI】** 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2019.09.034

Effect of Acute Iloprost Inhalation on Right Ventricular Function in Pulmonary Arterial Hypertension

DUAN Yu, JIA Jing, BU Rui, LI Tao, WEI Hong

(The Fourth Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang, China)

【Abstract】Objective Right ventricle function is among the most important prognostic factors for pulmonary arterial hypertension (PAH) patients. The aim of this study is to investigate acute right ventricle response to inhalation of aerosolized iloprost in patients with PAH using CMRI. **Methods** This study involved 43 incident PAH patients, including 23 idiopathic PAH (IPAH) patients, 20 patients with PAH associated with connective tissue disease (CTD-PAH). All patients underwent both right heart catheterization and CMRI at baseline and 20 min after 5 μg iloprost inhalation. **Results** Acute iloprost inhalation reduced pulmonary vascular resistance (PVR) from (12 ± 7) Wood U to (9 ± 5) Wood U ($P < 0.05$), increased right ventricle ejection fraction (RVEF) from $(30 \pm 11)\%$ to $(35 \pm 12)\%$ ($P < 0.05$), increased right ventricle stroke volume from (53 ± 21) mL to (57 ± 22) mL ($P < 0.05$) and decreased right ventricle end-diastolic volume from (179 ± 67) mL to (172 ± 69) mL ($P < 0.05$). Acute iloprost inhalation-induced RVEF improvement was correlated with the

基金项目: 哈尔滨医科大学创新基金(2017LCZX113); 黑龙江省卫生计生委科研课题(2018068)

通讯作者: 韦宏, E-mail: wei_hong007@163.com