

左束支解剖结构对左束支区域起搏的临床指导意义

谢小霜¹ 范洁^{1,2}

(1. 大理大学, 云南 大理 671000; 2. 云南省第一人民医院心血管内科, 云南 昆明 650100)

【摘要】 希氏束穿透束沿室间隔膜部后下缘下行, 走行于无冠窦和右冠窦交界的下方分出左束支沿左室间隔面再向下, 左束支大多分为两束, 其间有交叉呈扇形分布于左室间隔心内膜下。研究发现, 大部分完全性左束支传导阻滞可在左束支区域起搏低起搏阈值输出下得到纠正, 对于症状缓慢型心律失常和三度房室传导阻滞等患者同样具有很好的疗效。为提高左束支区域起搏手术植入成功率, 了解左束支区域的解剖及解剖结构变化对于成功的左束支区域起搏显得至关重要。现就左束支的解剖特征对左束支区域起搏临床应用的指导意义做一综述。

【关键词】 左束支解剖; 左束支区域起搏; 生理性起搏

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.11.022

Clinical Significance of Anatomical Structure of Left Bundle Branch on Left Bundle Branch Area Pacing

XIE Xiaoshuang¹, FAN Jie^{1,2}

(1. Dali University, Dali 671000, Yunnan, China; 2. Department of Cardiology, The First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming 650100, Yunnan, China)

【Abstract】 The His bundle went down along the posterior lower margin of the interventricular septum, and went below the junction between the right and no coronary sinus, and separated left bundle branch went down along the left ventricular septal surface. The left bundle branch was mostly divided into two fasciculus. There was a cross fan-shaped distribution under the endocardium of the interventricular septum. Studies have found that most complete left bundle-branch block can be corrected under the low pacing threshold output of left bundle branch area pacing, which also has good efficacy for patients with symptoms such as bradyarrhythmia and third degree atrioventricular block. In order to improve the success rate of implantation in left bundle branch region, it is very important to understand the anatomy and structural changes of left bundle branch area for successful left bundle branch area pacing. This article reviews the significance of the anatomical features of the left bundle branch in guiding the clinical application of the left bundle branch area pacing.

【Key words】 Anatomy of left bundle branch; Left bundle branch area pacing; Physiological pacing

传统的右室部起搏(right ventricular pacing, RVP)使心室激动顺序发生变化, 导致左右室间、心室内电-机械活动失同步^[1], 引发起搏器诱导性心肌病, 恶化心功能, 增加发生心房颤动和心力衰竭事件的风险^[2-3]。探索最佳生理起搏模式成为起搏技术领域研究热点。从电传导特性和血流动力学角度考虑, 通过希浦系统起搏是最理想的心室起搏方式。因左束支(left bundle branch, LBB)解剖范围宽阔, 左束支区域起搏(left bundle branch area pacing, LBBAP)也称为左束支起搏, 是指起搏部位位于 LBB 主干、左前分支和左后分支的近端。2019 年 Zhang 等^[4]为验证 LBBAP 的安全性和有

效性, 选取 44 例起搏器植入患者随机分配至 LBBAP 组和 RVP 组, 该研究观察到成功进行 LBBAP 的 20 例患者中, 7 例患有心力衰竭合并左束支传导阻滞(left bundle-branch block, LBBB)的患者实现了心脏电同步, 与 RVP 组相比较, LBBAP 所需的手术时间和 X 线曝光时间延长, 但其起搏 QRS 波群的时间明显缩短, 且短期随访心室感知、阻抗和起搏阈值稳定, 证明 LBBAP 可纠正希氏束远端部位存在的传导阻滞。LBB 呈扇形广泛分布于左室间隔心内膜下呈网状分布^[5]。LBBAP 可跨越大部分 LBB 主干近端以上的传导阻滞病变, 纠正远端完全性房室传导阻滞^[6]。LBBAP 作为近几年来心室最佳的

生理性起搏方式,其适应证不断扩大,为更好地将 LBBAP 应用于临床,现就 LBB 的解剖结构及其对 LBBAP 的临床指导意义进行综述。

1 LBB 的解剖

LBB 起源于膜部室间隔顶部。希氏束穿透中心纤维体后所延伸的薄片状分支为 LBB 主干,LBB 主干长约 10 mm,其长短与膜部间隔大小相关。LBB 起源部为 LBB 最窄处,直径约 5 mm,其末端直径较起始端宽约 9 mm,LBB 发出两个主要的束支往前下方走行 10 ~ 15 mm 达最大宽度^[7-9]。Massing 等^[10]为研究人体 LBB 结构,对 32 例人体心脏进行解剖组织学检查,细致地报道了 LBB 正常走行途径,发现在 5 例人体心脏中 LBB 起源于一个非常狭窄的主干(最大横截面积 1.5 mm²),该主干穿过膜中隔的底部,到达左侧室间隔突然变宽,且 LBB 起源的总宽度为 2 ~ 14 mm。其中 10 个心脏(不包括 3 个新生儿心脏)显示平均 LBB 长度为 33 mm。临床中许多学者认为 LBB 总是起源于希氏束的一个宽段,这使得大多数解剖学家和心电图学家认为 LBBB 一定是由相对广泛的病变引起,然而从右到左交叉于室间隔上方狭窄的 LBB 主干,可能特别容易受到非常小的病变的影响,引起明显的传导延迟。2017 年,Elizari^[5]用碘溶液染色在 67 只狗和 2 只猴子的心脏中解剖不同区域的 LBB 及其分支,研究证实 LBB 起源很窄且十分圆润,LBB 的前部纤维较后部纤维薄而细长,并向下向前分散排列至乳头肌基部,在心内膜下形成网状结构,是较希氏束更宽的起搏靶点。LBB 从室间隔深部穿出并进入心内膜下的位置也各不相同。通常情况下,在一些体型偏瘦的正常人体心脏中(多为年轻人),LBB 及其分支部分的近端在膜部室间隔下方可见,且和膜部间隔有一定明确的距离。该研究显示 LBB 出现在主动脉瓣下方区域,膜部室间隔几乎缺失。Lev 等^[8]研究也表明 LBB 首先在主动脉后瓣走行,在右瓣和后瓣连接处形成分叉,分叉的近端靠近中心纤维体,故主动脉瓣、室间隔顶部与中央纤维体等以上部位的严重病变可能会破坏希氏束及 LBB 的起源,导致高度房室传导阻滞。

LBB 近端解剖结构具有显著的变异性,其大小和分布在个体间存在相当大的差异,呈双分支、三分支^[11]或扇形结构^[12]。左前分支从 LBB 的最前端分出,横穿左室流出道止于前乳头肌的基底部和 1/3 间隔。左后分支表现为 LBB 的延续,较左前分支粗大,其向后至后乳头肌的基底部和左后 2/3 间隔。左前分支的厚度和长度在每个心脏中均存在个体差异,相反左后分支相对稳定。1974 年,著名心脏解剖学家 James 等详细报道了 LBB 的解剖结构,LBB 主干短而

粗,呈扁带状自房室束的分叉部发出,横穿肌部室间隔后于左侧室间隔心内膜下走行,其分支于肌部室间隔左侧上、中 1/3 交界水平发出^[10]。该研究证实人体 LBB 有 42% 呈网状,33% 呈双分支型,少数呈三分支型。Durrer 等^[13]研究发现左室最早激动区域除前组乳头肌区和后组乳头肌区外,左室间隔面中部也是左室最早激动的区域,提示存在 LBB 左室间隔支。Kulbertus^[14]和 Demoulin 等^[15]研究了 49 例人体心脏样本,发现 85% 的 LBB 为双分支型,其中有 18 例间隔支直接从 LBB 主干发出,少数为 LBB 形成网状结构后再发出间隔支。Uhley 等^[16]通过碘溶液染色技术,从 1 例正常青年人的心脏中发现 LBB 延伸至分支的 1/3 处时可分为两个部分。Spach 等^[17]研究了 2 个新生儿的的心脏,证明 LBB 为双分支,较窄的前分支和较宽的后分支,发出许多细纤维从隔膜延伸到乳头肌的基底部。通常 LBB 主干内前束和后束的纤维形成不尽相同,有学者认为前束不仅是 LBB 的最前端部分也是后束分支的起始端,外科手术损伤可能会导致束支传导阻滞^[18]。而右束支则完全不同,右束支是单个束支,其在希氏束分支部分中的起源始终相同。

2 LBBAP

2.1 临床应用

LBBAP 最早是由 El-Sherif 等^[19]提出,该研究在进行希氏束起搏时使用了约 20 V 的高起搏阈值来夺获 LBB。2016 年,Mafi-Rad 等^[20]通过穿室间隔刺激室间隔左侧进行左室间隔部起搏,观察到起搏的 QRS 波群相比传统的 RVP 要短(144 ± 20) ms,但该手术植入过程中并未记录到 LBB 电位或浦肯野纤维电位,因此,这项技术可能无法实现 LBB 夺获。2017 年,Huang 等^[6]报道了全球首例因扩张型心肌病伴 LBBB 的患者在心脏起搏器植入过程中经右室穿间隔直接起搏 LBB 的个案。该个案表明在低起搏输出阈值(0.5 V)下能纠正 LBBB,并经术后 1 年随访,患者不但阈值保持稳定,且经调整 AV 间期后可使 QRS 波群正常化,证明 LBBAP 与自身房室激动融合实现了双心室同步,且左室舒张容积下降,左室射血分数从 32% 增加到 62%,心功能得到显著改善。2018 年 Chen 等^[21]和 Hou 等^[22]针对一系列心动过缓的患者进行 LBBAP,当术中将起搏电极放置于室间隔左侧面时,呈现右束支传导阻滞形态的起搏心电图,提示达到了 LBBAP。更重要的是,起搏 QRS 波群持续时间 $[(111.85 \pm 10.77) \text{ ms}]$ 相较于右室间隔部起搏 $[(154.80 \pm 9.85) \text{ ms}]$ 或右室心尖部起搏 $[(165.50 \pm 17.80) \text{ ms}]$ 明显缩短,左室机械同步性更优,术后 3 个月随访起搏参数良好,使 LBBAP 的技术可行性得到初

步证实。Jiang 等^[23] 回顾性分析了 73 例通过 LBBAP 的双束支阻滞(QRS 波群时限 ≥ 130 ms)患者,观察到 QRS 波群时限的校正率为 82.5%,相较于非典型 LBBB,典型 LBBB 的患者进行 LBBAP 获益更多,阈值低且 R 波感知良好,还证实 LBBAP 可直接跨越 LBBB 部位在其远端的传导系统上进行 LBBAP。根据 LBBAP 的心电图和腔内心电图,分选择性 LBBAP 和非选择性 LBBAP^[24]。

2.2 应用特点

LBB 主干、左前分支和左后分支统称为 LBB 区域。LBBAP 术中将起搏导线电极植入左室间隔心内膜下,获得的 LBB 夺获阈值低且稳定,感知良好。首先,LBB 解剖呈扇形网状广泛分布于左侧室间隔心内膜下,被少量纤维包裹,电极植入时定位相对简单;但也因此特点,LBBAP 的适应证、判断标准或操作流程目前仍无法得到统一。其次,穿刺左侧腋静脉或锁骨下静脉,通过 C315-HIS 鞘(美敦力股份有限公司,明尼阿波利斯市,明尼苏达州)将 3830 起搏器(美敦力股份有限公司,美国)电极导线跨越三尖瓣环至右室,通过解剖和电位定位将 3830 电极置入左室内膜面,不突出左室腔,电极连接多导电生理仪观察起搏图形和腔内心电图,测试参数,术中根据起搏图形和腔内心电图调整电极至合适位置。因起搏电极具有实心固定特性,故手术操作相对简单,术后稳定性好。在 LBBAP 植入术时,主要使用 RAO 30°和/或 LAO 30~45°的透视图像,将起搏导线垂直于室间隔,放置在三尖瓣环以下 15~20 mm 的位置。与希氏束起搏相比,LBBAP 可在较低的阈值下纠正 LBBB,且不易发生失夺获^[25]。Li 等^[26] 报道了 33 例房室传导阻滞患者进行 LBBAP 后,观察到不但保持了稳定的低起搏阈值和窄 QRS 波群,还保留了左室机械同步性,因此证实了 LBBAP 的稳定性和安全性。这对 LBBAP 的实用性及对于特殊传导系统生理性的理解有重大意义。LBBAP 包括 LBB 和临近心室肌的起搏成分,因临近心室肌的起搏阈值偏低,在常规起搏电压下,起搏图形均表现为非选择性 LBBAP(V_1 导联 QRS 波群呈 QR 或 Qr 型);蔡彬妮等^[27] 选入 96 例成功 LBBAP 的患者进行心室同步分析,观察到工作电压下(2.5 V/0.4 ms)所有患者的 LBBAP 起搏图形均表现为 QR 或 Qr 型;少数 LBBAP 患者在极低电压起搏时出现选择性 LBBAP 图形,表现为标准的完全性右束支阻滞(V_1 导联 QRS 波群呈 M 型)。LBBAP 在心脏起搏领域是一种新颖的起搏技术,基于 LBB 的解剖结构特性,LBBAP 仍存在潜在的风险,包括室间隔内血肿、电极穿透左室内膜和电极脱位;此外因部分导线位于室间隔内,室间隔的收缩可能

对导线造成机械损伤,且拔除导线的难度增加^[28]。对于长期应用的疗效及可能的损伤未知,仍需大量远期随访数据来证实。

3 未来与展望

临床上每个真实的个体中 LBB 解剖变异及特殊心肌区的功能仍未完全被了解^[29-32]。LBBAP 作为起搏领域的重大突破和前沿技术,克服了希氏束起搏的一些不足,其可行性及安全性正在不断被证实,与右室起搏相比,LBBAP 的传导沿左室顺序激动下传,可产生近似生理性传导,最大限度地保证房室和心室内的同步性,是较为生理的起搏方式,具有较好的应用前景,但 LBBAP 对心功能的改善及长期预后仍需大规模临床试验验证,临床规范也需进一步的探究和完善。期待随着植入技术的完善、特制器械的更新发展及更多的循证医学之后,LBBAP 能在生理性起搏治疗中得到广泛应用。

参考文献

- [1] Tops LF, Schalij MJ, Bax JJ. 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.
- [2] Nielsen JC, Kristensen L, Andersen HR, et al. A randomized comparison of atrial and dual-chamber pacing in 177 consecutive patients with sick sinus syndrome: echocardiographic and clinical outcome[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 42(4):614-623.
- [3] 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.
- [4] Zhang J, Wang Z, Cheng L, et al. Immediate clinical outcomes of left bundle branch area pacing vs conventional right ventricular pacing[J]. *Clin Cardiol*, 2019, 42(8):768-773.
- [5] Elizari MV. The normal variants in the left bundle branch system[J]. *J Electrocardiol*, 2017, 50(4):389-399.
- [6] 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.
- [7] Anderson RH, Becker AE, Trantum-Jensen J, et al. Anatomico-electrophysiological correlations in the conduction system—A review[J]. *Br Heart J*, 1981, 45(1):67-82.
- [8] Lev M. Anatomic basis for atrioventricular block[J]. *Am J Med*, 1964, 37:742-748.
- [9] Hudson RE. Surgical pathology of the conducting system of the heart[J]. *Br Heart J*, 1967, 29(5):646-670.
- [10] Massing G, James T. Anatomical configuration of the His bundle and bundle branches in the human heart[J]. *Circulation*, 1976, 53(4):609-621.
- [11] Demoulin JC, Kulbertus HE. Histopathological examination of concept of left hemiblock[J]. *Br Heart J*, 1972, 34(8):807-814.
- [12] Rossi L. Histopathology of the conducting system[J]. *G Ital Cardiol*, 1972, 2(4):484-491.
- [13] Durrer D, van Dam RT, Freud GE, et al. Total excitation of the isolated human heart[J]. *Circulation*, 1970, 41(6):899-912.

(下转第 1208 页)