

· 论著 ·

电生理标测下的希浦系统分布特点研究

邓晓奇 熊峰 汪汉 杨国澍 罗端 蔡琳

(西南交通大学附属医院 成都市第三人民医院, 四川 成都 610031)

【摘要】目的 通过电生理标测希氏束、左右束支及其分支的长度和宽度,明确希浦系统的分布及区域特点,为希浦系统区域起搏提供理论依据。**方法** 选取行心内电生理检查及射频导管消融,且无基础心脏疾病的 8 例患者,逐点标测希氏束电位及左右束支电位,分析并测量:希氏束分布的长度和宽度;左前分支和左后分支分布的长度和宽度;希氏束与最早出现左束支电位的距离。**结果** 希氏束长度区域为 5.4~24.2 mm,平均 15.9 mm;宽度区域为 7.8~11.6 mm,平均 9.6 mm;长度的差异度更明显。左前分支长度区域为 28.8~35.6 mm,平均 31.3 mm;宽度区域为 8.0~17.6 mm,平均 13.1 mm。左后分支长度区域为 22.2~62.1 mm,平均 45.1 mm;宽度区域为 9.4~31.7 mm,平均 18.1 mm。不管是分布长度还是宽度,左前分支与左后分支无统计学差异。希氏束与左前分支的距离范围为 31.8~61.2 mm,平均 44.4 mm;到左后分支的距离为 43.0~78.6 mm,平均 59.4 mm。**结论** 电生理标测的希浦系统区域远大于希浦系统解剖区域;左束支分布区域大,在左束支区域起搏可解剖学定位;若以希氏束定位,左束支区域起搏范围建议距离希氏束 3~4 cm。

【关键词】 希浦系统;希氏束;电生理;心脏起搏

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2021.07.019

Study on Distribution Characteristics of His-Purkenje System Under Electrophysiological Mapping

DENG Xiaoqi, XIONG Feng, WANG Han, YANG Guosu, LUO Duan, CAI Lin

(The Affiliated Hospital of Southwest Jiaotong University, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610031, Sichuan, China)

【Abstract】 Objective To determine the distribution and regional characteristics of His-Purkenje system by electrophysiological mapping of the length and width of His bundle, left and right bundle branches and their branches, so as to provide theoretical basis for regional pacing of His-Purkenje system. **Methods** Eight patients without underlying heart disease who underwent intracardiac electrophysiological examination and radiofrequency catheter ablation were selected. His bundle potential and left and right bundle branch potential were measured point by point. The length and width of His bundle distribution, the length and width of left anterior and left posterior branches, and the distance from His bundle to the earliest left bundle branch potential were analyzed and measured. **Results** The length of His bundle ranged from 5.4~24.2 mm, with an average of 15.9 mm; the width ranged from 7.8~11.6 mm, with an average of 9.6 mm. The difference of length is more obvious. The length of left anterior branch was 28.8~35.6 mm, with an average of 31.3 mm; the width was 8.0~17.6 mm, with an average of 13.1 mm. The length of the left posterior branch was 22.2~62.1 mm, with an average of 45.1 mm; the width was 9.4~31.7 mm, with an average of 18.1 mm. No matter the length or width of the distribution, there was no significant difference between the left anterior branch and the left posterior branch. The distance from His bundle to left anterior branch was 31.8~61.2 mm, with an average of 44.4 mm; the distance from His bundle to left posterior branch was 43.0~78.6 mm, with an average of 59.4 mm. **Conclusion** Electrophysiological mapping of the His-Purkenje system is much larger than the anatomical His-Purkenje system; the distribution area of left bundle branch is large, and pacing in the left bundle branch area can be anatomically located; if His bundle is mapping, the pacing range in the left bundle branch area is recommended to be 3~4 cm away from His bundle.

【Key words】 His-Purkenje system; His bundle; Electrophysiology; Cardiac pacing

基金项目:成都市卫生健康委员会项目(20PJ201)

通信作者:蔡琳, E-mail: cailinwm@163.com

希浦系统起搏是中国目前热点的起搏部位,包含希氏束起搏^[1]与左束支区域起搏^[2](left bundle branch area pacing, LBBP)。对患有不可逆的房室传导阻滞患者,这可能是目前最符合生理的起搏模式。荟萃文献^[3]报道希氏束起搏的成功率为 35.4%~100%,在不同的中心成功率差别很大,这限制了该技术的推广。希氏束起搏还有阈值高、远期阈值增高和感知低等不足^[4],目前国内学者更热衷于左束支起搏。不管是希氏束起搏还是左束支起搏,绝大多数都是借助 X 射线加电生理多导仪进行。按照相关共识及建议,希浦系统的标测是希浦系统起搏的关键。通过电生理手段进行标测下的希氏束、左束支和右束支的分布如何?其与大体解剖下的希浦系统有无差异?这些都无相关报道。本研究利用三维电解剖标测系统,通过详细标测希氏束电位、右束支电位及左束支电位,来判断整个希浦系统的分布情况,以期找寻希浦系统分布的特点,为希浦系统起搏提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

将成都市第三人民医院 2018 年 10—11 月行心内电生理检查及射频导管消融病例中,无基础心脏疾病的 8 例患者纳入研究,年龄 22~44 岁,平均 36.2 岁[(32.6±8.2)岁]。所有患者均通过标准 12 导联心电图和/或动态心电图明确为阵发性室上性心动过速。纳入标准依据为《2015 ACC/AHA/HRS 成人室上性心动过速管理指南》:(1)房室结双径路伴房室结折返性心动过速(atrioventricular nodal reentrant tachycardia, AVNRT);(2)房室折返性心动过速(atrioventricular reentrant tachycardia, AVRT);(3)预激综合征。排除标准:(1)心脏超声提示合并瓣膜疾病;(2)心房颤动;(3)心房扑动;(4)房性心动过速。

1.2 设备

(1)日本 800 mA 心血管造影机(Shimadzu DIGITEX® Safire);(2)美国雅培公司(St. Jude Medical®)电生理记录仪 EP-4™(Workmat™ Claris™ Amplifier with ClearWave™ Technology);(3)美国强生公司 Biosense Webster CARTO 3 System 导航标测系统;(4)美国强生公司诊断/消融可调弯头端导管(NAVISTAR®)。

1.3 方法

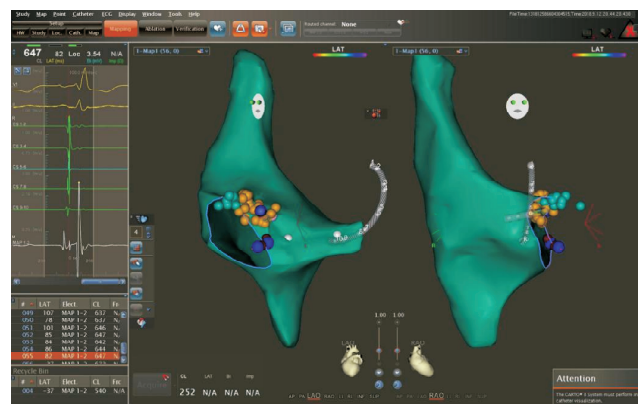
在心内电生理检查专用导管室,常规消毒铺巾。穿刺右侧股静脉,使用电生理记录仪 EP-4™全程记录腔内心电图,术者在美国强生公司 Biosense Webster CARTO 3 System 导航标测系统导航下,利用诊断/消融可调弯头端导管,在右侧面逐点标测希氏束电位及

右束支电位区域,以判断希氏束及右束支分布区域;在左侧面逐点标测左束支电位区域,以判断左束支分布情况及区域(见图 1~6)。所有标测点都通过 CARTO 3 系统予以记录。在校正所有标测点后,测量希氏束分布的长度和宽度,左前分支和左后分支分布的长度和宽度,希氏束到最早出现左束支电位的距离。

标测的术者和测量采集的工程师均固定,且从事该专业 5 年以上,均具有丰富的电生理理论知识及工作经验,且每年操作病例数超过 200 例。校正工作由术者和工程师两人共同确认。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 20 统计软件进行分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间及组内采用方差分析;计数资料以例(n)或百分比(%)表示,采用卡方检验或 Fisher's 确切概率法进行两组间比较。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。





注:左侧蓝绿色电位图为诊断/消融可调弯头端导管在希氏束区域记录的腔内电图。第一个波为心房电位,后面振幅高波的为心室电位,在二者之间的一个双相或三相波即为希氏束电位。黄色点为标测到希氏束电位点,蓝绿色点为标测到左后分支电位点,粉色点为标测到左前分支电位点。诊断/消融可调弯头端导管在希氏束区域,腔内电图为标记的希氏束电位。

图3 希浦系统标测电位表现及分布



注:左侧蓝绿色电位图为诊断/消融可调弯头端导管在左前分支区域记录的腔内电图;第一个波即为分支电位,第二个波为心室电位。黄色点为标测到希氏束电位点,蓝绿色点为标测到左后分支电位点,粉色点为标测到左前分支电位点。

图4 左前分支电位标测表现形式



注:黄色点为标测到希氏束电位点,蓝绿色点为标测到左后分支电位点,粉色点为标测到左前分支电位点。诊断/消融可调弯头端导管在左前分支区域,腔内电图为标记的左束支电位。

图5 左前分支标测电位表现与分布



注:黄色点为标测到希氏束电位点,蓝绿色点为标测到左后分支电位点,粉色点为标测到左前分支电位点。诊断/消融可调弯头端导管在左后分支区域,腔内电图为标记的左束支电位。

图6 左后分支电位标测

2 结果

2.1 患者一般资料

本研究共 8 例患者,基线资料见表 1。

2.2 希氏束分布范围

希氏束长度区域为 5.4~24.2 mm,平均为 15.9 mm;宽度区域为 7.8~11.6 mm,平均为 9.6 mm。相对而言,长度的差异度明显较大(见表 2)。

表1 基线资料

人口学特征	数值
年龄/岁	32.6±8.2
男性/[n(%)]	6(75.0)
疾病	
AVNRT/[n(%)]	3(37.5)
AVRT/[n(%)]	5(62.5)
标测电位	
希氏束电位/[n(%)]	8(100)
左束支标测	
左前分支电位/[n(%)]	5(62.5)
左后分支电位/[n(%)]	6(75.0)
右束支标测	
右束支电位/[n(%)]	1(12.5)

表2 希氏束分布长度和宽度

变量	观察例数(n)	距离/mm
希氏束电位区域长度($\bar{x}\pm s$)	8	14.9±6.2
希氏束电位区域宽度($\bar{x}\pm s$)	8	9.6±1.5

2.3 左束支分布范围

左前分支电位区域长度为 28.8~35.6 mm,平均为 31.3 mm;区域宽度为 8.0~17.6 mm,平均为 13.1 mm。左后分支电位区域长度为 22.2~62.1 mm,平均为 45.1 mm;区域宽度为 9.4~31.7 mm,平均为

18.1 mm。左前分支与左后分支无论是分布长度还是宽度均无统计学差异(见表 3)。

表 3 左前分支及左后分支分布长度和宽度

变量	观察例数(<i>n</i>)	距离/mm	<i>P</i> 值
左前分支电位区域长度($\bar{x}\pm s$)	5	31.3±2.8	
左前分支电位区域宽度($\bar{x}\pm s$)	5	13.1±4.6	
左后分支电位区域长度($\bar{x}\pm s$)	6	45.1±15.4	0.079*
左后分支电位区域宽度($\bar{x}\pm s$)	6	18.1±7.9	0.241**

注:空格表示不适用;*表示左前分支电位区域长度与左后分支电位区域长度比较的 *P* 值;**表示左前分支电位区域宽度与左后分支电位区域宽度比较的 *P* 值。

2.4 希氏束与左束支的距离

希氏束到左前分支的距离范围为 31.8~61.2 mm, 平均 44.4 mm;到左后分支的距离为 43.0~78.6 mm, 平均 59.4 mm(见表 4)。

表 4 希氏束与分支的距离

变量	观察例数(<i>n</i>)	距离/mm	<i>P</i> 值
希氏束到左前分支距离($\bar{x}\pm s$)	5	44.4±10.8	
希氏束到左后分支距离($\bar{x}\pm s$)	6	59.4±14.6	0.089

注:空格表示不适用。

3 讨论

生理性起搏的目标是模拟并全部恢复正常的房室传导,主要包括三个方面:起搏的时机、起搏的部位和起搏的方式。有学者认为希氏束是最佳起搏部位。2000 年 *Circulation* 杂志上报道的房颤患者房室结消融后希氏束起搏让大家看到希望^[1]。目前应用最多的是通过美敦力(Medtronic)C315 鞘管配合心室起搏电极直接标测,标测的成功率为 95.0%,植入成功率为 92.1%,且不延长手术时间^[5]。有荟萃分析报道,希氏束起搏成功率为 35.5%~100%,平均成功率为 84.8%^[3]。不同中心或同一中心不同术者之间成功率差异明显,其中主要原因是希氏束的标测与固定。目前绝大多数术者使用二维 X 射线结合多导电生理标测系统进行定位,这要求术者具备电生理基础。也有学者尝试使用三维标测和三尖瓣环造影等方法协助希氏束标测及定位,但在实际应用中,普遍推广具有难度^[4,6]。除外希氏束起搏到位难度高以外,起搏阈值偏高,感知偏低,其远期的安全性让人担忧^[4],尤其对于阻滞部位在希氏束以下或更远端的患者,这也限制了其应用人群。目前国内学者更热心于左束支起搏。左束支起搏是中国学者黄伟剑教授首先报道^[2],因其便于实现,参数理想,在国内备受瞩目。有报道左束支起搏心电图 QRS 波群时限和

电轴与自身心律相比无显著差别^[7],但目前各家中心左束支起搏的术式都不尽相同,大都以 V₁ 导联 QRS 波群形态及时限为终点。

心脏传导系统由窦房结、房室结、房室束、束支和浦肯野纤维细胞等组成。希氏束作为传导系统的主干道,起自房室结前端,先穿过右纤维三角,再经室间隔膜部后下缘前行,至肌部上缘分为左右束支。日本学者^[8]通过解剖发现,人类希氏束有三种类型:I 型是希氏束被纤维鞘包裹,与周围心肌可清楚区分,比例为 46.7%;II 型为希氏束穿行于室间隔心肌内,形态和边界难以与周围心肌分开,比例为 32.4%;III 型为希氏束裸露于心内膜,比例为 21.0%。单纯通过电生理标测难以分辨这三型,可通过起搏阈值间接判定。有研究提示成人希氏束长度为 5.7~7.9 mm,也有报道为 15.0~20.0 mm,直径为 1.1~1.5 mm。本研究发现可标测到希氏束电位的区域长度为 5.4~24.2 mm,平均为 15.9 mm;宽度为 7.8~11.6 mm,平均为 9.6 mm。可看出,不管是通过电生理标测,还是大体解剖,在希氏束长度方面二者较为接近,但在分布宽度方面二者差异较大。不管是希氏束电位分布区域的长度,还是分布区域的宽度,变化范围都较大,个体差异明显。希氏束电位是一种远场电位,通过电生理标测的方法标测记录到希氏束电位来判断希氏束的分布,会比希氏束实际分布区域大。起搏能否夺获,与起搏位点和希氏束的距离、希氏束类型以及输出强度相关,这也解释了为什么希氏束起搏成功率差异大。

本研究中有 1 例成功标测到右束支电位,占 12.5%。解剖提示右束支呈细长圆索状,先穿过室间隔右侧心肌,然后沿右侧心内膜深面行向前下方,穿经隔缘肉柱至前乳头肌根部,分支分布于右室壁。右束支可出现两条,其中一条终止位置不定。也可在行程中途分叉,再汇合成一条下降,所以研究中右束支电位难以标测。本研究中右束支长度为 42.0 mm,与解剖发现右束支较长较为吻合。

本研究中能标测到左前分支电位区域的长度为 28.8~35.6 mm,平均为 31.3 mm;宽度为 8.0~17.6 mm,平均为 13.1 mm。能标测到左后分支电位区域的长度为 22.2~62.1 mm,平均为 45.1 mm;宽度为 9.4~31.7 mm,平均为 18.1 mm,这是一个比较广泛的范围。大体解剖的左束支长度为 24.0~45.0 mm,宽度为 0.5~14.0 mm^[9],个体差异很大。左束支是希氏束的延续,沿室间隔左侧心内膜深面行向左前下方,解剖提示左束支呈扁带状,有数条放射状分支,沿室间隔左侧心内膜深面行向左前下方,在室间隔肌部上和

中 1/3 交界处发出前、后和间隔三组分支。前组至前乳头肌中下部分支,分布于前乳头肌和附近室壁。后组行向后下方,至后乳头肌下部分支,分布于后乳头肌和附近室壁。间隔组分支分布于室间隔中、下部,并绕心尖分布于左室游离壁。有研究提示 32% 的左束支分支为 2 分支型:左束支分为前、后 2 支,间隔支由前、后支发出;17% 为 3 分支型,左束支发出前支、后支和间隔支;51% 的左束支为网状型,其分支构成网,由该网发出前支、后支和间隔支。本研究通过标测记录浦肯野电位(P 电位),并结合解剖定位定义左前分支及左后分支等。本研究所有病例中有 5 例标测出左前分支与左后分支,有 1 例仅标测出左后分支,提示仅通过标测来区分分布类型较为困难。再次说明对于左束支起搏,以左束支区域起搏定义更为准确。

本研究发现通过标测,希氏束到左前分支的距离为 31.8~61.2 mm,平均 44.4 mm;到左后分支的距离为 43.0~78.6 mm,平均 59.4 mm。在左束支区域起搏的操作建议:标测希氏束电位,影像定位后将导线置于希氏束远端 1~2 cm 右室间隔面。这个距离可能夺获希氏束远端,这也解释了在左束支区域起搏的患者中,有近 1/4 的病例心电图 V₁ 导联未出现典型表现,但 QRS 波群时限明显窄于右室心尖部起搏^[7],这也说明左束支区域起搏的描述准确性。

本研究中,纳入的样本例数较少,尚不能对希浦系统标测的分类予以明确,但通过该研究,有部分数据与大体解剖相近,为后续研究提供了一个方向。在

今后还需继续扩大样本量,进行更多的相关研究来进一步证实,为希浦系统起搏提供有力的理论依据。

参 考 文 献

- [1] Deshmukh P, Casavant DA, Romanynshyn 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.
- [2] 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): e005309.
- [3] 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.
- [4] Cay S, Ozcan F, Ozeke O, et al. 3-Dimensional electroanatomic mapping guided selective His bundle pacing[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018, 4(3): 415-417.
- [5] Sharma PS, Dandamudi G, Naperkowski A, et al. Permanent His-bundle pacing is feasible, safe, and superior to right ventricular pacing in routine clinical practice[J]. *Heart Rhythm*, 2015, 12(2): 305-312.
- [6] 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.
- [7] 邓晓奇, 汪汉, 秦淑娟, 等. 左束支起搏心电图的特点观察[J]. *心血管病学进展*, 2020, 41(1): 93-97.
- [8] Kawashima T, Sasaki H. A macroscopic anatomical investigation of atrioventricular bundle locational variation relative to the membranous part of the ventricular septum in elderly human hearts[J]. *Surg Radiol Anat*, 2005, 27(3): 206-213.
- [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.

收稿日期: 2021-02-21

(上接第 644 页)

- [25] Rosset S, Müller O, Pruvot E, et al. Prolonged asystole after a loading dose of ticagrelor[J]. *Ann Intern Med*, 2018, 168(8): 602-603.
- [26] 李秀艳, 张文锐, 柳杨, 等. 替格瑞洛致心律失常不良反应文献分析[J]. *中国医院药学杂志*, 2020, 40(6): 699-703.
- [27] Tsushima T, Sahadevan J, Intini A. Syncope after percutaneous coronary intervention[J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(11): 1170-1171.
- [28] de Maria E, Borghi A, Modonesi L, et al. Ticagrelor therapy and atrioventricular block: do we need to worry?[J]. *World J Clin Cases*, 2017, 5(5): 178-182.
- [29] Yurtas M, Ozdemir M. Ticagrelor-associated conduction disorder: a case report and review of the literature[J]. *Cardiol Res*, 2017, 8(3): 123-127.
- [30] di Serafino L, Rotolo FL, Boggi A, et al. Potential additive effects of ticagrelor, ivabradine, and carvedilol on sinus node[J]. *Case Rep Cardiol*, 2014, 2014: 932595.
- [31] Waldmann V, Laredo M, Nigam A, et al. Cyclical sinus bradycardia and atrioventricular block induced by ticagrelor[J]. *HeartRhythm Case Rep*, 2018, 4(11): 527-529.
- [32] 袁吉祥, 张保和, 刘玮. 替格瑞洛致高度房室阻滞合并心室停搏一例[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(10): 1025-1027.
- [33] Goldberg A, Rosenfeld I, Nordkin I, et al. Life-threatening complete atrioventricular block associated with ticagrelor therapy[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 182: 379-380.
- [34] Goldberg A, Rosenfeld I, Nordkin I, et al. Ticagrelor therapy in patients with advanced conduction disease: is it really safe?[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 202: 948-949.
- [35] Ünlü M, Demirkol S, Yildirim AO, et al. Atrioventricular block associated with ticagrelor therapy may require permanent pacemaker[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 202: 946-947.

收稿日期: 2020-11-26