

# 常见起搏器心室阈值自动测试心电散点图特征分析

王燕花 郑周玲

**【摘要】** 目的 总结常见起搏器心室阈值自动测试 Lorenz 散点图特征。方法 回顾性分析 90 例心脏起搏器植入患者的动态心电图,选取开启心室阈值自动测试的 25 例患者作为研究对象,观察心室阈值自动测试时的 Lorenz 散点图分布。结果 圣犹达单腔起搏器 AC 功能运作时 Lorenz 散点图呈“四方形”;圣犹达双腔起搏器 DDD 工作方式 AC 功能运作时 Lorenz 散点图呈类星号“\*”,VAT 工作方式 AC 功能运作时 Lorenz 散点图类“四叶风车”状。美敦力单腔起搏器 VCM 运作时 Lorenz 散点图类汉字“刁”;美敦力双腔起搏器心房起搏时 VCM 运作的 Lorenz 散点图呈“三角形”,VAT 工作方式下呈类早搏的 Lorenz 散点图分布。结论 圣犹达起搏器 AC 功能与美敦力起搏器 VCM 功能的 Lorenz 散点图特征各异,通过认识这些 Lorenz 散点图形态特征可以为快速识别常见品牌起搏器心室阈值自动测试提供直观依据。

**【关键词】** 起搏器; 心室阈值测试; Lorenz 散点图; 动态心电图

**【中图分类号】** R541.7 R540.4+1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-0272(2025)05-360-07

**【引用格式】** 王燕花, 郑周玲. 常见起搏器心室阈值自动测试心电散点图特征分析[J]. 临床心电图学杂志, 2025, 34(5): 360-366.

**Characteristic analysis of electrocardiogram scatter plots in the automatic test of ventricular threshold of common pacemakers** WANG Yanhua, ZHENG Zhouling. Fuzhou Second General Hospital, Fuzhou Fujian 350007, China.

**【Abstract】 Objective** To summarize the characteristics of the Lorenz scatter plot for the automatic test of ventricular threshold in common pacemakers. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the dynamic electrocardiograms of 90 patients with cardiac pacemaker implantation. Twenty-five patients who enabled the automatic ventricular threshold test were selected as the research subjects, and the distribution of the Lorenz scatter plot during the automatic ventricular threshold test was observed. **Results** When the AC function of the St. Jude single-chamber pacemaker is in operation, the Lorenz scatter plot presents a "square" shape; The Lorenz scatter plot of the St. Jude dual-chamber pacemaker when the DDD mode operates and the AC function is in the shape of an asterisk "\*", while the Lorenz scatter plot of the VAT mode operates and the AC function is in the shape of a "four-blade fan". The Lorenz scatter plot of Medtronic's single-chamber pacemaker VCM during operation is similar to the Chinese character "刁". The Lorenz scatter plot of VCM operation during atrial pacing with Medtronic dual-chamber pacemaker presents a "triangular" pattern, while in VAT operation mode, it shows a Lorenz scatter plot distribution similar to premature pacing. **Conclusion** The Lorenz scatter plot features of the AC function of the St. Jude pacemaker and the VCM function of the Medtronic pacemaker are distinct. By recognizing these morphological characteristics of the Lorenz scatter plots, it can provide a visual basis for quickly identifying the automatic ventricular threshold test of common brand pacemakers.

**【Keywords】** Pacemaker; Ventricular threshold test; Lorenz scatter plot; Dynamic electrocardiogram

起搏器心室阈值自动测试是起搏器现代功能的重要标志,是一种能够在确保安全的前提下,以

作者单位:350007 福建 福州,福州市第二总医院

作者简介:王燕花,主要从事心电诊断、起搏器程控工作

通信作者:郑周玲, E-mail: zzlinga@163.com

低起搏能量输出从而达到延长起搏器寿命的自动化功能<sup>[1]</sup>。不同厂家起搏器心室阈值自动测试功能的原理、实现方式、心电图表现不同,使得起搏心电图变得复杂,甚至被误认为心电图异常或起搏器故障而引发误诊<sup>[2]</sup>。

24 h 动态心电图能够持续记录起搏器患者心搏情况,对起搏器的异常或者特殊心电现象检出率较常规心电图高,对起搏器患者的随访有重要意义<sup>[3]</sup>。动态心电图分析软件中的 Lorenz 散点图对 RR 间期的变化高度敏感且规律性强,能将 RR 间期的变化转化为直观的图形信息,基于该特征本文对开启心室阈值自动测试的病例进行回顾性分析,总结常见品牌起搏器在不同起搏工作方式下心室阈值自动测试的 Lorenz 散点图形态特征及其对起搏器心室阈值自动测试的诊断价值,以期在分析动态心电图时可以快速识别该特殊功能,甚至在临床资料不足的情况下判断患者植入的起搏器品牌。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本文对 2024 年 4 月到 2025 年 3 月在福州市第二总医院接受动态心电图检查的 90 例心脏起搏器植入患者进行回顾性分析,选取开启心室阈值自动测试的 25 例患者(圣犹达 10 例、美敦力 15 例)作为研究对象。在 25 例患者中,圣犹达单腔起搏器 3 例,双腔起搏器 7 例;美敦力单腔起搏器 7 例,双腔起搏器 8 例。

### 1.2 分析软件

使用深圳博英 BI9100、BI9900 动态心电图分析软件,该软件加载有 Lorenz 散点图分析模板。Lorenz 散点图是以点的位置表达相邻 RR 间期的规律性。

在一张二维直角坐标系中,一个 Lorenz 散点的横坐标为每次心搏与前一心搏的 RR 间期,纵坐标为该心搏与后一心搏的 RR 间期,因此每个 Lorenz 散点为三搏两期点<sup>[4]</sup>。为方便叙述,本文将心电图片段中心室起搏记为“P”,心室夺获(Capture)记为“C”,心室失夺获(Lost)记为“L”。以三个心搏来命名 1 个 Lorenz 散点,如失夺获点“PLL”,夺获点“LCC”,依此类推。

### 1.3 方法

回顾性分析开启心室阈值自动测试病例的 Lorenz 散点图,观察心室阈值自动测试时 Lorenz 散点图的变化规律。在 Lorenz 散点图中,相邻的 RR 间期相等散点落在 45°线上;横坐标小于纵坐标则散点落在 45°线与 Y 轴之间,即 45°线左上方(短长周期区);横坐标大于纵坐标则散点落在 45°线与 X 轴之间,即 45°线右下方(长短周期区)。以此总结圣犹达起搏器心室自动阈值夺获功能(Auto Capture, AC)、美敦力起搏器心室自动夺获管理功能(Ventricular Capture Management, VCM)不同工作方式下的 Lorenz 散点图特征。

## 2 结果

### 2.1 单腔起搏器心室阈值自动测试 Lorenz 散点图特征

#### 2.1.1 圣犹达单腔起搏器 AC 功能运作 Lorenz 散点图特征

图 1 为圣犹达单腔起搏器 AC 功能运作心电图片段。如图可见在阈值搜索过程中按基础起搏频率起搏,初始脉冲失夺获后 100 ms 发放备用脉冲起搏心室且由备用脉冲重整 VV 间期。心电图的特点是失夺获时 PL 间期(失夺获间期)延长,夺获时 LC 间期(夺获间期)与基础起搏间期 PP 一致。图中可见连



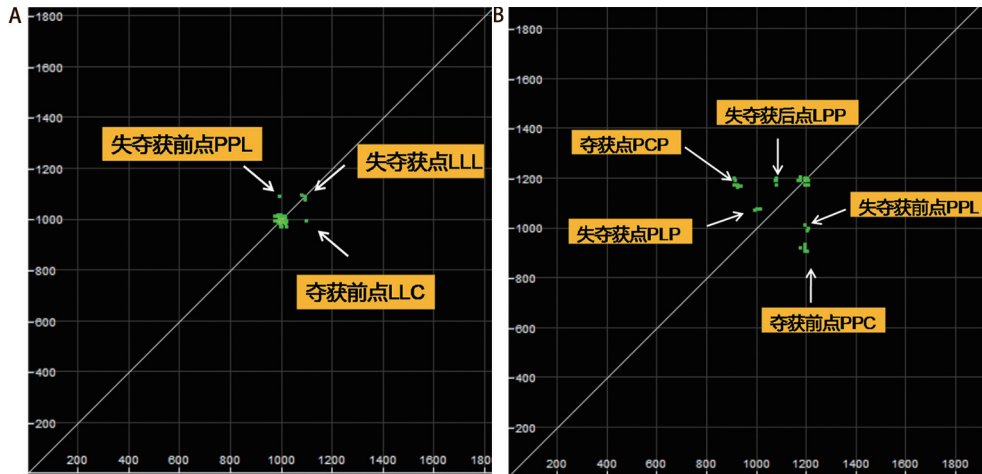
P=心室起搏;L=失夺获;C=夺获。基础起搏间期 PP=1000ms,心室失夺获(L)后以备用脉冲重整起搏间期,失夺获间期 PL=1100 ms(1000 ms+100 ms);夺获(C)之后夺获间期恢复到基础起搏间期 LC=1000 ms,心室阈值测试结束

图 1 圣犹达单腔起搏器 VVI 工作方式下 AC 功能运作心电图片段

续 4 次失夺获(L)之后再连续 2 次心室夺获(C)随即结束心室阈值自动测试,这符合圣犹达单腔起搏器 AC 功能的运作特点。AC 功能启动时逐跳监测,心电图上形成的 2 种起搏间期在 Lorenz 散点图上(图

2A) 可见 4 个吸引子。

图 2A 中在 45°线上可见一个大“粗点”为基础起搏点 PPP<sup>[5]</sup>,圣犹达单腔起搏器 AC 功能运作时起搏频率无变化,夺获点 LCC 在 45°线上且重叠在“粗



A. 圣犹达单腔起搏器 AC 运作 Lorenz 散点图;B. 美敦力单腔起搏器 VCM 运作 Lorenz 散点图

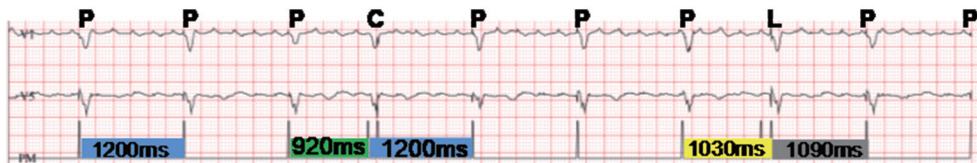
图 2 两种品牌单腔起搏器心室阈值自动测试 Lorenz 散点图

点”中。45°线上“粗点”以远见一小“散点团”为连续失夺获点 LLL;45°线左上方的短长周期区是失夺获前点 PPL;45°线右下方长短周期区是夺获前点 LLC。由此圣犹达单腔起搏器 AC 功能运作时 Lorenz 散点图呈现特征性的四方形<sup>[6]</sup>。

### 2.1.2 美敦力单腔起搏器 VCM 功能运作 Lorenz 散点图特征

图 3 为美敦力单腔起搏器 VCM 功能运作心电图片段,可见经典的“3+1”现象<sup>[7]</sup>。图中 3 个支持脉冲

之后提速 15 次/分发放测试脉冲,整个心室阈值搜索过程以测试脉冲重整起搏间期。测试脉冲夺获时 PC 间期最短,失夺获后 110 ms 备用脉冲起搏心室,失夺获间期 PL 次短。测试脉冲夺获时,其后的支持间期 CP 与基础起搏间期 PP 一致;失夺获后仍然以测试脉冲重整起搏间期,因此失夺获后的第一个支持周期 LP 较基础起搏间期短。整个阈值测试过程中有 4 种不同的间期变化,其形成的 Lorenz 散点图中吸引子也较多。



P=心室起搏;L=失夺获;C=夺获。美敦力单腔起搏器 VCM 功能运作时整个测试过程以测试脉冲重整起搏间期,支持周期等于基础频率周期 PP1200 ms,测试脉冲超速起搏提前 15 次/分。当测试脉冲夺获时 PC 间期为整个心室阈值测试最短的间期,其后的支持周期 CP 与基础起搏间期一致,等于基础起搏频率。当失夺获时 110 ms 后备用脉冲起搏心室,失夺获后第一个支持周期 LP 较基础起搏间期短

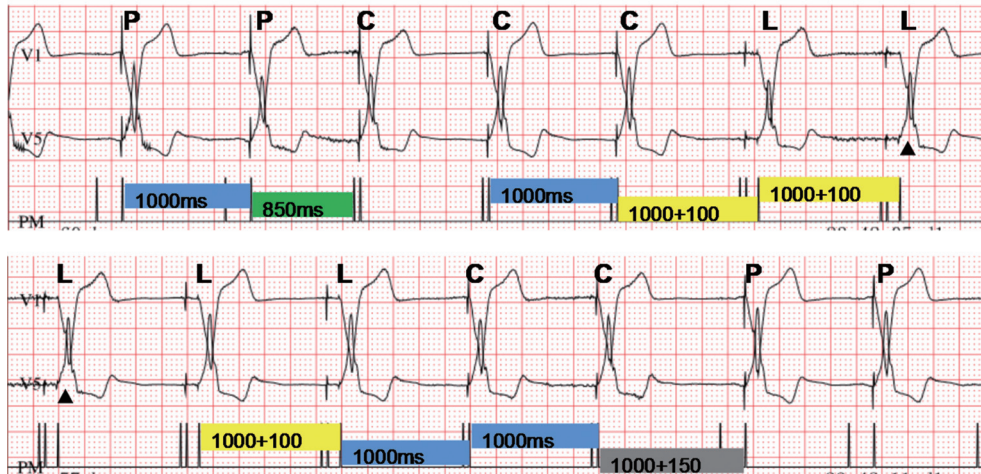
图 3 美敦力单腔起搏器 VCM 功能运作时心电图片段

图 2B 为美敦力单腔起搏器 VCM 运作时 Lorenz 散点图,在 45°线上的点为支持周期点 PPP 或夺获后点 CPP;45°线左上方的短长周期区内为夺获点 PCP,失夺获点 PLP,失夺获后点 LPP。45°线右下方长短周期区内为失夺获前点 PPL,夺获前点 PPC。多种起搏间期形成的吸引子使得 VCM 运作时 Lorenz 散点图类汉字“刁”<sup>[8]</sup>。

## 2.2 双腔起搏器心室阈值自动测试散点图特征

### 2.2.1 圣犹达起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能 Lorenz 散点图特点

图 4 为圣犹达双腔起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能运作心电图片段,上下片段图为连续记录。上图第 3 个心搏为起搏器启动阈值搜索,PAV 间期缩短到 50 ms,PC 间期为阈值搜索过程中最短的夺获间期。连续 3 次测试脉冲夺获心室之后连续 4 次失夺获,失夺获后 100 ms 以备用脉冲起搏心室。下图中连续 2 次均夺获,结束心室阈值自动测试。心室阈值自动测试结束后 PAV 间期恢复到设定值,夺获后间期 CP 为整个心室阈值测试中最长的间期。在整个圣犹达双腔起搏器 AC 功能运作过程中形成 4 种不同

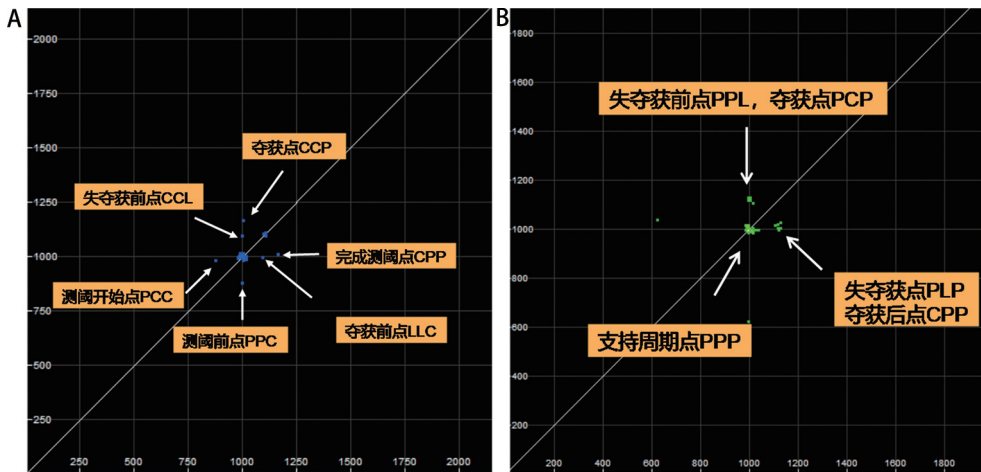


P= 心室起搏;L= 失夺获;C= 夺获。上下图黑色三角形“▲”为同一心搏。基础起搏间期 1000 ms, AV 间期 200 ms, 开始心室阈值自动测试时 AV 间期缩短到 50 ms(测试脉冲提前 150 ms), 夺获间期 PC 为阈值测试过程最短的间期。备用脉冲重整起搏间期, 夺获间期 CC 等于基础起搏间期 PP。心室失夺获后 100 ms 由备用脉冲起搏心室失夺获间期 LL 较夺获间期长 100 ms(LL=1000 ms+100 ms)。随着初始脉冲连续 2 次夺获心室, 结束阈值测试。结束之后 AV 间期恢复到原程控值, 夺获后间期 CP 为整个阈值搜索过程最长间期(CP=1000 ms+150 ms)

图 4 圣犹达双腔起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能运作连续心电图片段

的起搏间期, 分别是基础起搏间期 PP、夺获间期 PC/LC, 失夺获间期 CL/LL, 阈值搜索结束后 AV 间期恢复原程控值的间期 CP。因 AC 功能启动时逐跳监测, 不同的间期变化组成 8 类吸引子, 形成特征性的 Lorenz 散点图。

图 5A 为圣犹达起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能运作时的 Lorenz 散点图, 图中 45°线上的 2 个散点团, 较粗的散点团为基础起搏点 PPP、连续夺获点 CCC; 较小的散点团在粗点以远为失夺获点 CLL、LLL; 根据圣犹达起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能

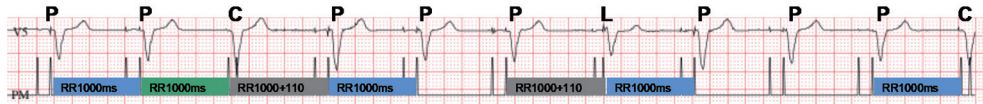


A. DDD 工作方式下 AC 运作 Lorenz 散点图; B. 心房起搏下 VCM 运作时 Lorenz 散点图  
图 5 不同品牌双腔起搏器 DDD 工作方式下心室阈值自动测试 Lorenz 散点图

的运作原理, 阈值测试启动点 PCC, 失夺获前点 CCL 以及阈值测试结束前点 CCP 均呈短长周期, 在 45°线左上方; 而启动阈值测试前点 PPC, 随着心室初始脉冲增压重新夺获的夺获前点 LLC, 以及完成心室自动测阈点 CPP 均为长短周期, 在 45°线右下方。测阈开始点 PCC、失夺获前点 CCL、夺获点 CCP 分别与

测阈前点 PPC、夺获前点 LLC、完成阈值测试点 CPP 关于 45°线对称。圣犹达起搏器 DDD 工作方式下 AC 功能运作时 Lorenz 散点图上像个星号“\*”。  
2.2.2 美敦力双腔起搏器心房起搏时 VCM 运作 Lorenz 散点图特点

图 6 为美敦力双腔起搏器心房起搏时的 VCM



P=心室起搏;L=失夺获;C=夺获。美敦力双腔起搏器心房起搏时(DDD或AAI工作方式)VCM运作,为保证测心室阈值时心室率的相对稳定,AV间期的缩短是心房脉冲延迟发放造成的,因此测试脉冲夺获时RR间期保持不变,夺获间期PC等于支持周期PP,而其后的支持周期由备用脉冲重整,RR间期延长110ms。而失夺获时110ms后备用脉冲起搏心室,失夺获间期PL延长110ms,其后的支持周期不变,整个阈值测试过程仅有2种间期变化

图6 美敦力双腔起搏器心房起搏时VCM运作心电图片段

运作心电图片段,亦可见经典的“3+1”现象。第3跳(夺获点C)为测试脉冲夺获,测试脉冲夺获时PC间期等于支持周期PP,夺获后的第一个支持周期CP由备用脉冲重整起搏间期,CP间期较其他支持周期长110ms。失夺获(L)时备用脉冲起搏心室,失夺获间期PL较支持周期长110ms,而其后的支持周期由备用脉冲重整,失夺获后第一个支持周期LP等于其他支持周期。因此美敦力双腔起搏器心房起搏下VCM运作时仅有2种间期的变化,形成的Lorenz散

点图特征突出,如图5B。

图5B为美敦力双腔起搏器心房起搏时的VCM运作时Lorenz散点图。在45°线上的粗点为支持周期点PPP;夺获点CPC、失夺获前点PPL,二者间期变化一致,重叠在一个吸引子中形成短长间期在45°线左上方;失夺获点PLP,夺获后点CPP形成长短间期,二者间期变化一致,也重叠在一个吸引子中在45°线下方。45°线上下的吸引子关于45°线对称,三个散点形成一个“三角形”。



P=心室起搏;L=失夺获;C=夺获。圣犹达起搏器VAT工作方式下AC运作时,SAV间期缩短到25ms。夺获间期PC为整个心室阈值搜索最短的间期。失夺获时100ms后备用脉冲起搏心室,失夺获间期CL延长。当心室初始脉冲从失夺获重新夺获,LC间期缩短(700ms-100ms)。心室阈值测试结束后SAV间期恢复到原程控值,心室阈值测试结束间期CP为整个阈值测试周期中最长的间期

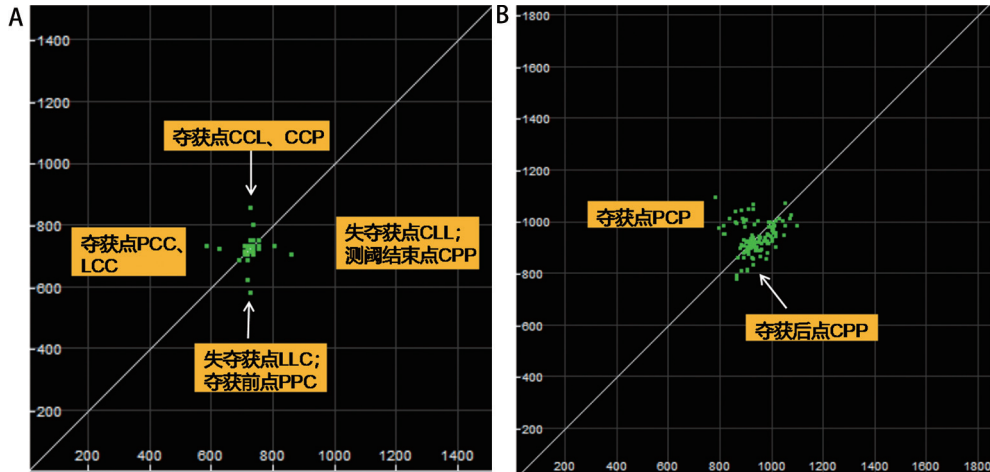
图7 圣犹达起搏器VAT工作方式下AC运作心电图片段

2.2.3 圣犹达起搏器VAT工作方式下AC运作Lorenz散点图特点

图7为圣犹达起搏器在VAT工作方式下启动AC功能心电图片段图。图中可见第3跳启动心室阈值自动测试,SAV间期缩短到25ms,夺获间期PC为整个阈值测试最短的间期。连续2次初始脉冲夺获后连续4次初始脉冲失夺获,失夺获后100ms由备用脉冲起搏心室并重整起搏间期,第一个失夺获间期CL延长;接着连续2次初始脉冲夺获,结束心室阈值自动测试。重新夺获后第一个夺获间期LC缩短,结束心室阈值自动测试SAV间期恢复到原程控值,测阈结束间期CP最长。圣犹达起搏器VAT工作方式下AC功能逐跳监测,整个过程有5种间期变化,相邻间期变化多样,其Lorenz散点图有相应的特点。

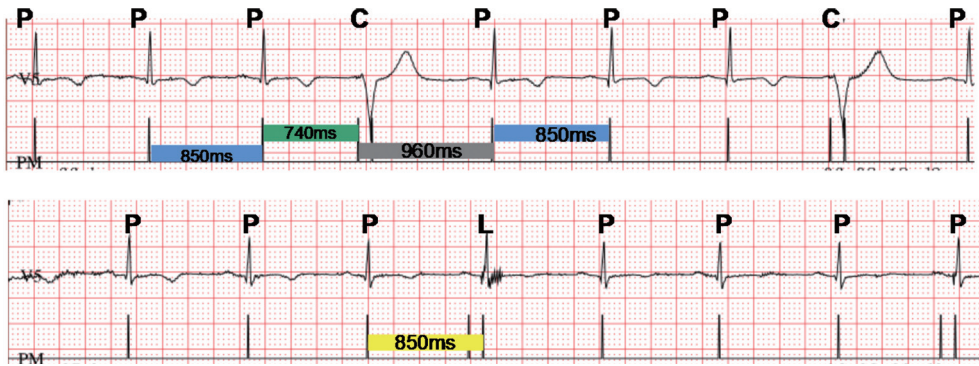
图8A为圣犹达起搏器VAT工作状态下AC功能运作时的Lorenz散点图。窦性心搏或连续失夺获点LLL沿45°线分布。45°线左上方短长周期区为测阈开始点PCC、初始脉冲重新夺获的LCC;以及失夺获前点CCL、测阈结束前点CCP。45°线下方长短周期区为失夺获点LLC、夺获前点PPC;以及失夺获点CLL、测阈结束点CPP。散点组成总体看起来呈“四叶风车”。

图9为美敦力起搏器窦性心律下VCM运作心电图片段,上下两图为非连续心电图片段,可见经典“3+1”现象。美敦力起搏器窦性心律下VCM启动时测试脉冲提前110ms,因此测试脉冲夺获时RR间期缩短,整个测阈过程夺获间期PC最短,其后的第一个支持周期CP延长;测试脉冲失夺获后110ms



A. VAT 工作方式下 AC 功能运作 Lorenz 散点图; B. VAT 工作方式下 VCM 功能运作 Lorenz 散点图

图 8 不同品牌双腔起搏器 VAT 工作方式下心室自动阈值测试 Lorenz 散点图



P=心室起搏;L=失夺获;C=夺获。美敦力起搏器窦性心律下 VCM 运作时,为保证测试脉冲起搏心室减少融合波,AV 间期的缩短由测试脉冲提前发放 110 ms,当测试脉冲夺获时夺获间期 PC 缩短,备用脉冲重叠于 QRS 波中;测试脉冲失夺获而备用脉冲夺获时,RR 间期规则

图 9 美敦力起搏器窦性心律下 VCM 运作非连续心电图片段

由备用脉冲触发,因此失夺获前后间期规则,失夺获间期 PL 等于支持周期。整个阈值测试周期有 3 种间期的变化,夺获间期、夺获后第一个支持间期、失夺获间期(等于支持周期),美敦力起搏器窦性心律下 VCM 运作 Lorenz 散点图也有其特征。

图 8B 为美敦力起搏器窦性心律下 VCM 运作时 Lorenz 散点图,图中散点图整体沿 45°线分布体现窦房结的变时性,45°线上密集分布的为支持周期点 PPP 以及失夺获点 PLP;45°线左上方为夺获点 PCP,夺获后点 CPP 在 45°线右下方,整体看起来类似早搏的 Lorenz 散点图分布。

### 3 讨论

在不同起搏方式下,圣犹达和美敦力起搏器心室阈值自动测试 Lorenz 散点图形成各自特点。根据不同的心室阈值自动测试工作原理使心电散点图呈

现一定的特征,能有效发现起搏器进行心室阈值自动测试避免漏诊或误认为不正常事件<sup>[9]</sup>。Lorenz 散点图对 RR 间期的变化敏感,可将不同品牌不同起搏状态下的心室阈值自动测试散点图特征图像化。

圣犹达起搏器 AC 功能启动时逐搏监测,其散点图特征与测试过程中相邻 RR 间期变化有关。单腔起搏模式下启动 AC 功能,仍以当前的起搏器频率进行,因此夺获时 RR 间期不变,而失夺获时备用脉冲起搏心室,可以看到 RR 间期延长。在整个心室阈值搜索过程中心电图仅见 2 种间期变化(相差 100 ms)如图 1, Lorenz 散点图上可见 4 个吸引子(如图 2A), Lorenz 散点图呈“四方形”。

圣犹达双腔模式(DDD/VAT)下 AC 功能启动时 AV 间期缩短(DDD 工作方式缩短至 50 ms, VAT 工作方式 SAV 间期缩至 25 ms),夺获间期(PC)为测试

周期最短值,失夺获后 100 ms 备用脉冲重整间期,因为 AC 逐搏监测的特征,心室阈值测试过程中相邻 RR 间期变化形成多种组合,DDD 工作方式 Lorenz 散点图表现类似星号“\*” (图 5A) 和 VAT 工作方式 Lorenz 散点图表现类似“四叶风车”(图 8A)。

美敦力起搏器心室自动夺获管理(VCM)功能,其 Lorenz 散点图特征与“3+1”经典模式紧密关联。VVI 工作方式下,测试脉冲超速起搏(提前 15 次/分或 150 ms),夺获时 PC 最短。整个阈值搜索过程中以测试脉冲重整起搏间期,但是失夺获后 110 ms 是备用脉冲起搏心室,这样的工作原理导致夺获前后、失夺获前后以及测试后第一个支持周期的变化,因此美敦力单腔起搏器 VCM 运作时 Lorenz 散点图上形成多个吸引子类似汉字“刁”(图 2B)。

美敦力双腔起搏器心房起搏时的 VCM 运作,测试脉冲的 AV 间期缩短是通过心房脉冲推迟发放造成的,因此测试脉冲夺获时 RR 间期规整,其后的第一个支持间期延长 110 ms;失夺获时与之相反,失夺获间期 PL 延长 110 ms,其后的支持周期规整。在 Lorenz 散点图上夺获点与失夺获点关于 45°线对称,与支持周期点形成“三角形”(如图 5B)。与圣犹达单腔 AC 运作时相比,同样是 2 种间期变化却产生的不一样 Lorenz 散点图,这与两种起搏器的运作原理不同有关。AC 是逐搏监测,连续失夺获时会产生一个 45°线上的吸引子,失夺获前点、重新夺获点、连续失夺获点、基础起搏间期点形成“四方形”。美敦力双腔起搏器窦性心律时的 VCM 运作,受窦房结变时性影响,在 Lorenz 散点图上可见总体沿 45°线分布,夺获点(PCP)位于左上方,夺获后点位于右下方,呈类早搏的 Lorenz 散点图分布(图 8B)。

掌握不同起搏器心室阈值自动测试的 Lorenz 散

点图特征需深入理解其工作原理,圣犹达起搏器 AC 功能运作的 Lorenz 散点图与美敦力起搏器 VCM 运作的 Lorenz 散点图特征各异。了解了这些特征,分析动态心电片段图时如起搏脉冲小不易发现或者起搏通道标记不准甚至起搏器资料不全时也能根据 Lorenz 散点图特征做出判断,为快速识别常见品牌起搏器心室阈值自动测试提供了直观依据。

然而,本研究存在局限性,样本量较小,且仅纳入常见的美敦力与圣犹达品牌。未来需扩大样本范围,涵盖更多品牌及复杂病例,以完善散点图特征数据库。

### 参考文献

- [1] 林文华, 邸成业. 起搏器阈值自动管理[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2012, 26(1): 3-6.
- [2] 王婷. 起搏器自动夺获功能误诊为心房电极脱位 1 例 [J]. 临床心电学杂志, 2023, 32(3): 218-219.
- [3] 朱慧云, 褚德春, 姚敏. Holter 在起搏器术后的应用 [J]. 临床心电学杂志, 2017, 26(6): 431-433.
- [4] 景永明, 李世峰. 心电散点图原理及应用[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2016: 11-17.
- [5] 李方洁, 向晋涛. 心电散点图[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 192-195.
- [6] 向晋涛. 圣犹达 VVI 起搏器阈值测试的散点图 [J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2024, 38(1): 54-56.
- [7] 冯莉, 陈顾江, 吉亚军, 等. 美敦力起搏器的心室自动阈值管理 [J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2019, 33(1): 67-76.
- [8] 向晋涛. 美敦力 VVI 起搏器阈值测试的散点图 [J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2023, 37(6): 524-526.
- [9] 戴静, 李则林, 杨亚莉, 等. 起搏通道标记异常的起搏心电图分析 [J]. 实用心电学杂志, 2023, 32(2): 83-87.

(收稿日期: 2025-06-03)