

# 流出道起源的室性心律失常体表心电图特点分析

白红艳<sup>1</sup>, 李刘文<sup>2</sup>, 黄莉<sup>3</sup>

(1. 榆林市第一医院心电图室, 陕西 榆林 718000; 西安交通大学第一附属医院榆林医院, 2. 急诊科; 3. 心电图室, 陕西 榆林 719000)

**【摘要】目的:** 分析室性心律失常患者不同流出道起源的体表心电图特点。**方法:** 纳入室性心律失常患者 102 例, 所有患者均进行标准 12 导联心电图检查, 记录不同心室流出道起源患者及右室流出道不同肺动脉瓣起源位置患者的心电图特征及参数。**结果:** 102 例患者体表心电图均表现为下壁导联 R 波正向, 在 aVL 和 aVR 均表现为 QS 型。102 例患者中左室流出道 19 例, 右室流出道 83 例; 其中肺动脉瓣上起源 44 例, 肺动脉瓣下起源 39 例。右室流出道组 R 波振幅、最小 RS 时间 (SRS)、类本位曲折时间 (IDT) 均低于左室流出道组 ( $P < 0.05$ )。右室流出道不同肺动脉瓣起源位置患者比较, 肺动脉瓣上组 II 导联及 aVF 导联 R 波振幅均高于肺动脉瓣下组, R III/R II 低于肺动脉瓣下组 ( $P < 0.05$ )。右室流出道肺动脉瓣上起源不同解剖位置患者的 QRS 时限、III 导联及 aVF 导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、R III/R II 比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 右窦组 QRS 时限高于左窦组, III 导联 R 波振幅、aVF 导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、R III/R II 低于左窦组与前窦组, aVL 导联 Q 波振幅低于左右窦交界组 ( $P < 0.05$ ); 左窦组 III 导联 R 波振幅、aVF 导联 R 波振幅高于左右窦交界组 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 流出道起源存在差异的室性心律失常患者具有不同的体表心电图表现且参数存在显著差异, 临床可通过体表心电图参数对室性心律失常患者的流出道起源位置进行分析与判定。

**【关键词】** 心律失常; 室性; 流出道; 体表心电图  
**【中图分类号】** R540.4+1 **【文献标志码】** A

## Surface electrocardiogram features of outflow tract ventricular arrhythmias

BAI Hong-yan<sup>1</sup>, LI Liu-wen<sup>2</sup>, HUANG Li<sup>3</sup>

(1. *Electrocardiography Room, the First Hospital of Yulin, Yulin 718000; 2. Department of Emergency Medicine; 3. Electrocardiography Room, Yulin Hospital, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Yulin 719000, Shaanxi, China*)

**【Abstract】Objective:** To analyze surface electrocardiogram features of patients with ventricular arrhythmias arising from different outflow tracts. **Methods:** 102 patients with ventricular arrhythmias were enrolled in this study. All of them underwent standard 12-lead electrocardiography. Electrocardiogram features and parameters of patients with ventricular arrhythmias arising from different ventricular outflow tracts and different positions of pulmonary valve in the right ventricular outflow tract were recorded. **Results:** All patients included in this study showed positive R waves in inferior wall leads on surface electrocardiograms, and QS pattern in aVL and aVR. Among the 102 patients, there were 19 cases with left ventricular outflow tract arrhythmias and 83 cases with right ventricular outflow tract arrhythmias, including ventricular arrhythmias arising above pulmonary valve ( $n = 44$ ) and below pulmonary valve ( $n = 39$ ). R wave amplitude, shortest RS (SRS), and intrinsicoid deflection time (IDT) in the right ventricular outflow tract group were smaller and shorter than those in the left ventricular outflow tract group ( $P < 0.05$ ). For patients with ventricular arrhythmias arising from different positions of pulmonary valve in the right ventricular outflow tract group, R wave amplitude in lead II and lead aVF in the above pulmonary valve group was greater than that in the below pulmonary valve group, while R III/R II was lower than that in the below pulmonary valve group ( $P < 0.05$ ). There were statistically significant differences in QRS duration, R wave amplitude in lead III and aVF, Q wave amplitude in lead aVL, and R III/R II among patients with ventricular arrhythmias originating from different anatomical parts of pulmonary valve ( $P < 0.05$ ). QRS duration in the right sinus group was longer than that in the left sinus group. The R wave amplitude in lead III and aVF, Q wave amplitude in lead aVL and R III/R II were smaller than those in the left sinus group and the anterior sinus group. The Q wave amplitude in lead aVL was smaller than that in the left and right sinus junction group ( $P < 0.05$ ). R wave amplitude in lead III and aVF in the left sinus group was greater than that in the left sinus junction group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Patients with ventricular arrhythmias arising from different outflow tracts have different surface electrocardiogram features and parameters. Clinically, the outflow tract where ventricular arrhythmias originate can be determined by relevant surface electrocardiogram parameters.

**基金项目:** 陕西省重点研发计划项目 (2024SF-YBXM-192)  
**作者简介:** 白红艳 (1987 - ), 女, 主治医师。E-mail: baihongyan187@163.com  
**通讯作者:** 黄莉。E-mail: huangli200101@163.com

**[Key words]** Arrhythmia; Ventricular; Outflow tract; Surface electrocardiogram

室性心律失常以中青年较为常见,且男女比例分布较均衡,频发室性早搏最多<sup>[1]</sup>。通常,室性心律失常对于心功能正常、未患有任何器质性心脏病的患者不会造成较大影响,但患者持续 24 h 室性早搏负荷 5%~10% 的时间较长,将造成患者心功能不全、心脏增大及血流动力学障碍<sup>[2]</sup>。目前对于室性心律失常主要采用导管射频消融术进行治疗,该手术方式效果良好,可改善患者预后<sup>[3]</sup>。相关调查<sup>[4]</sup>显示,在室性心律失常患者中约 10% 的患者为特发性心律失常,且以右心室流出道室性心律失常最为常见。对于不同流出道起源的室性心律失常患者来说,采用手术方式进行治疗时,若未能对起源位置进行清晰判定,将产生 X 线曝光时间延长、无效消融次数增加,在一定程度上增加手术时间,严重影响疗效及预后。若提前对患者进行心电图分析,确定流出道起源位置,则可明显减少手术时长、提升手术效率。有研究<sup>[5]</sup>对室性心律失常患者心电图特点进行分析,但其研究仅对右室流出道起源进行研究,而未分析左室流出道起源患者的心电图情况,存在一定局限性。因此,本研究拟对室性心律失常患者在前人基础上对不同流出道起源的体表心电图特点进行分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2020 年 1 月至 2023 年 1 月于榆林市第一医院收治的 102 例流出道起源的室性心律失常患者为研究对象。纳入标准:(1)符合室性心律失常诊断标准<sup>[6]</sup>,且经临床诊断为流出道起源的室性心律失常;(2)成功行射频消融手术治疗的患者;(3)患者年满 18 岁;(4)无器质性心脏疾病的患者。排除标准:(1)合并有其他心律失常或检测前服用相关药物治疗的患者;(2)合并有恶性肿瘤的患者;(3)处于妊娠或哺乳期的患者;(4)临床资料缺失的患者。102 例患者中,男性 53 例,女性 49 例;年龄( $53.69 \pm 9.17$ )岁;患病时间( $3.01 \pm 1.16$ )年;体质指数(BMI)( $25.69 \pm 1.77$ ) kg/m<sup>2</sup>;基础疾病:高脂血症 13 例,高血压 16 例,糖尿病 9 例。

1.2 方法

标准 12 导联心电图检查:定标电压、走纸速度分别为 10 mm/mV、25 m/s,心电图数据测量及核对由 2 名工作年限超过 10 年且经验丰富的医师负责。记录室性心律失常时的心电图参数:(1)QRS 时限:测量 QRS 波群的起点至结束点;(2)R 波振幅:测量 R 波波峰至基线的距离(垂直向);(3)最小 RS 时间

(shortest RS complex, SRS):胸导联中 RS 时间最小值;(4)类本位曲折时间(intrinsic deflection time, IDT):QRS 波群起点至 V2 导联 R 波波峰的时间;(5)最大曲折指数(maximum deflection index, MDI):最大曲折时间(time of maximum deflection, TMD)与 QRS 波群时限之比。

1.3 观察指标

(1)QRS 时限;(2)R 波振幅(aVF、Ⅱ、Ⅲ导联);(3)Q 波振幅(aVL 和 aVR 导联);(4)R Ⅲ/R Ⅱ、QaVL/QaVR。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 28.0 统计软件进行数据分析。计量资料采用( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用方差分析,两两比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料采用[*n*(%)]表示,组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 流出道起源的室性心律失常体表心电图特征

本研究所纳入的 102 例患者体表心电图表现为下壁导联 R 波正向,在 aVL 和 aVR 均表现为 QS 型。102 例患者中左室流出道 19 例(18.63%),体表心电图表现为 LBBB 型或 RBBB 型,V3 以前存在 R 波移行;右室流出道 83 例(81.37%),体表心电图表现为 LBBB 型,V3 以后存在 R 波移行,其中肺动脉瓣上起源 44 例(包括左右窦交界 6 例,前窦 4 例,左窦 27 例,右窦 7 例),肺动脉瓣下起源 39 例。

2.2 左室流出道组与右室流出道组的体表心电图参数比较

不同流出道起源室性心律失常患者的 QRS 时限、MDI 比较,差异均无统计学意义(*P* > 0.05);两组 R 波振幅、SRS、IDT 比较,差异均有统计学意义(*P* < 0.05),右室流出道组 R 波振幅、SRS、IDT 均低于左室流出道组(*P* < 0.05)。见表 1。

表 1 左室流出道组与右室流出道组的体表心电图参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标         | 左室流出道组( <i>n</i> = 19) | 右室流出道组( <i>n</i> = 83) | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|------------|------------------------|------------------------|------------|------------|
| QRS 时限(ms) | 148.63 ± 19.55         | 148.29 ± 18.61         | 0.071      | 0.943      |
| R 波振幅(mV)  | 1.58 ± 0.77            | 0.36 ± 0.12            | 13.934     | <0.001     |
| SRS(ms)    | 101.98 ± 24.16         | 85.53 ± 17.79          | 3.388      | 0.001      |
| IDT(ms)    | 70.67 ± 22.30          | 33.84 ± 15.91          | 8.402      | <0.001     |
| MDI        | 0.60 ± 0.26            | 0.63 ± 0.29            | 0.414      | 0.680      |

2.3 肺动脉瓣上组和肺动脉瓣下组的心电图参数比较

右室流出道不同肺动脉瓣起源位置患者的 QRS 时限、Ⅲ导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、QaVL/QaVR 比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ );两组 II 导联及 aVF 导联 R 波振幅、RⅢ/RⅡ 比较,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),肺动脉瓣上组 II 导联及 aVF 导联 R 波振幅均高于肺动脉瓣下组 ( $P < 0.05$ ),RⅢ/RⅡ 低于肺动脉瓣下组 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

2.4 左右窦交界组、前窦组、左窦组及右窦组的心电图参数比较

右室流出道肺动脉瓣上起源不同解剖位置患者的 aVR 导联 Q 波振幅、QaVL/QaVR 比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ );四组 QRS 时限、Ⅲ导联及 aVF 导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、RⅢ/RⅡ 比

较,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。右窦组 QRS 时限高于左窦组,Ⅲ导联 R 波振幅、aVF 导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、RⅢ/RⅡ 低于左窦组与前窦组,aVL 导联 Q 波振幅低于左右窦交界组 ( $P < 0.05$ );左窦组Ⅲ导联 R 波振幅、aVF 导联 R 波振幅高于左右窦交界组 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

| 表 2 肺动脉瓣上组和肺动脉瓣下组的心电图参数比较( $\bar{x} \pm s$ ) |                    |                    |       |        |  |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------|--------|--|
| 指标                                           | 肺动脉瓣上组( $n=44$ )   | 肺动脉瓣下组( $n=39$ )   | $t$ 值 | $P$ 值  |  |
| QRS 时限(ms)                                   | 143.15 $\pm$ 11.64 | 143.87 $\pm$ 12.42 | 0.273 | 0.786  |  |
| II导联 R 波振幅(mV)                               | 1.79 $\pm$ 0.55    | 1.53 $\pm$ 0.60    | 2.060 | 0.043  |  |
| Ⅲ导联 R 波振幅(mV)                                | 1.72 $\pm$ 0.59    | 1.65 $\pm$ 0.50    | 0.579 | 0.564  |  |
| aVF 导联 R 波振幅(mV)                             | 1.80 $\pm$ 0.47    | 1.56 $\pm$ 0.53    | 2.187 | 0.032  |  |
| aVL 导联 Q 波振幅(mV)                             | 0.91 $\pm$ 0.26    | 0.87 $\pm$ 0.31    | 0.639 | 0.525  |  |
| aVR 导联 Q 波振幅(mV)                             | 1.03 $\pm$ 0.34    | 1.00 $\pm$ 0.30    | 0.424 | 0.673  |  |
| RⅢ/RⅡ                                        | 0.96 $\pm$ 0.13    | 1.08 $\pm$ 0.16    | 3.767 | <0.001 |  |
| QaVL/QaVR                                    | 0.88 $\pm$ 0.26    | 0.87 $\pm$ 0.29    | 0.166 | 0.869  |  |

表 3 左右窦交界组、前窦组、左窦组及右窦组的心电图参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标               | 左右窦交界组( $n=6$ )    | 前窦组( $n=4$ )      | 左窦组( $n=27$ )                | 右窦组( $n=7$ )                    | $F$ 值  | $P$ 值  |
|------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| QRS 时限(ms)       | 141.13 $\pm$ 13.04 | 142.42 $\pm$ 9.10 | 140.07 $\pm$ 10.23           | 155.14 $\pm$ 11.98 <sup>③</sup> | 34.512 | <0.001 |
| II 导联 R 波振幅(mV)  | 1.76 $\pm$ 0.36    | 1.79 $\pm$ 0.40   | 1.99 $\pm$ 0.47              | 1.61 $\pm$ 0.36                 | 1.726  | 0.177  |
| Ⅲ导联 R 波振幅(mV)    | 1.40 $\pm$ 0.25    | 1.81 $\pm$ 0.15   | 1.95 $\pm$ 0.50 <sup>①</sup> | 1.20 $\pm$ 0.36 <sup>③</sup>    | 11.421 | <0.001 |
| aVF 导联 R 波振幅(mV) | 1.52 $\pm$ 0.25    | 1.79 $\pm$ 0.13   | 2.06 $\pm$ 0.39 <sup>①</sup> | 1.31 $\pm$ 0.19 <sup>②③</sup>   | 19.354 | <0.001 |
| aVL 导联 Q 波振幅(mV) | 0.93 $\pm$ 0.11    | 1.08 $\pm$ 0.16   | 0.95 $\pm$ 0.23              | 0.65 $\pm$ 0.16 <sup>①②③</sup>  | 8.391  | <0.001 |
| aVR 导联 Q 波振幅(mV) | 1.18 $\pm$ 0.49    | 0.96 $\pm$ 0.22   | 1.13 $\pm$ 0.32              | 1.00 $\pm$ 0.15                 | 2.326  | 0.083  |
| RⅢ/RⅡ            | 0.80 $\pm$ 0.11    | 1.01 $\pm$ 0.20   | 0.98 $\pm$ 0.16              | 0.75 $\pm$ 0.13 <sup>②③</sup>   | 10.483 | <0.001 |
| QaVL/QaVR        | 0.79 $\pm$ 0.33    | 1.13 $\pm$ 0.51   | 0.84 $\pm$ 0.39              | 0.65 $\pm$ 0.29                 | 2.279  | 0.088  |

① $P < 0.05$ ,与左右窦交界组比较;② $P < 0.05$ ,与前窦组比较;③ $P < 0.05$ ,与左窦组比较。

3 讨论

心律失常是临床上较为常见的一种心血管疾病。目前,缓解患者症状同时在一定程度上提升生活质量是临床治疗心律失常的主要目标,病情可控的患者生存率高<sup>[7]</sup>。室性心律失常在临床上较为常见,节律性及触发性活动为室性心律失常的发病特点,射频消融术为该病的主要方式之一,其作用原理为通过射频能量对心律失常的折返路线及出发点进行破坏进而达到治愈疾病的效果<sup>[8]</sup>。而对于特发性室性心律失常的患者来说,明确起源类型对于提升手术疗效至关重要<sup>[9]</sup>。根据起源类型的不同,临床主要将特发性室性心律失常分为左室与右室流出道起源,其中右室流出道起源的室性心律失常患者占比较高,不同流出道起源将对射频消融术的难易程度及效果产生影响<sup>[10]</sup>。射频消融术前采用体表心电图对患者流出道起源进行判定,有利于术者选择合适的消融途径并在一定程度上缩短手术时间。为提升手术效果,本研究对 102 例室性心律失常患者体表心电图特征及相关参数进行分析。结果

显示,102 例患者中左室流出道 19 例(18.63%),右室流出道 83 例(81.37%),表明右室流出道室性心律失常患者占比较高,与既往研究结果一致。

对室性心律失常患者心电图特征进行分析,结果显示,患者体表心电图表现为 QS 型(aVL 和 aVR)及下壁导联 R 波正向,室性心律失常不同流出道起源患者的心电图均存在 LBBB 型表现。分析可能与两者均位于心室高位,除极方向在室性心律失常发生时一致相关(由上至下)<sup>[11]</sup>。对室性心律失常左室与右室流出道起源的患者相关心电图参数进行比较,结果显示,右室流出道组 R 波振幅、SRS、IDT 均低于左室流出道组 ( $P < 0.05$ )。究其可能原因:与右室相比,左室电活动占主导地位,导联位置对于左室电活动敏感性更好,因此 R 波振幅较右室长<sup>[12]</sup>。SRS、IDT 可对心内外膜起源进行区分,当心外膜发生刺激信号时,电活动慢速向心内膜移动,QRS 波群受到心肌传导时间的影响发生顿挫形成  $\delta$  波,纤维网状结构与希氏束下传交汇受到延迟导致心室活动时间延长进而增加 SRS、IDT<sup>[13-14]</sup>。既往研究<sup>[15]</sup>表明,于肺动脉瓣下方的室性心律失常消融

成功率较高,而肺动脉瓣下起源的患者占比为 21%~46%。本研究进一步对右室流出道不同肺动脉瓣起源位置室性心律失常患者的心电图参数进行比较,结果显示,两者Ⅱ导联与 aVF 导联 R 波振幅均存在差异( $P<0.05$ )。表明室性心律失常患者 R 波振幅偏高(下壁导联)且起源于右室流出道时,可认为患者起源点位置为肺动脉瓣上<sup>[16-17]</sup>。比较右室流出道肺动脉瓣上起源不同解剖位置的心电图参数,对右室流出道肺动脉瓣上起源不同解剖位置进行统计,结果显示,患者室性心律失常多起源于左窦,占比为 61.37%,左右窦交界、前窦及右窦依次占比为 13.63%、9.09%、15.91%。分析不同解剖位置的心电图参数,结果显示,四组 QRS 时限、Ⅱ导联、Ⅲ导联及 aVF 导联 R 波振幅、aVL 导联 Q 波振幅、RⅢ/RⅡ比较,均有统计学差异( $P<0.05$ ),其中右窦组 QRS 时限、Ⅲ导联 R 波振幅、aVF 导联 R 波振幅、RⅢ/RⅡ与左窦组数据均有差异( $P<0.05$ )。另有研究<sup>[18-20]</sup>显示,肺动脉瓣下起源的室性心律失常与肺动脉瓣上起源且解剖位置为左-右窦交界及右窦心电图参数数值较为相似,因此仅通过体表心电图相关参数信息难以对三者进行鉴别。由此可见,在无理想靶点的情况下,可选择肺动脉左-右窦交界及右窦处对患者实施射频消融手术。

综上,室性心律失常患者不同流出道起源的体表心电图表现及参数存在一定差异,临床对于室性心律失常患者的流出道起源位置的分析与判定可用体表心电图参数为依据。但由于本研究所纳入样本量较为有限,且心电图参数较少,导致结果可能存在一定局限性,后续将通过多中心大样本研究并增加心电图参数对比的方式对结果做进一步分析。

参考文献

[1] 李蓓,王蕾,韩笑,等.高敏 C 反应蛋白及正五聚体蛋白-3 与急性心肌梗死后室性心律失常的关系研究[J].保健医学研究与实践,2023,20(2):24-28.

[2] Van den Bruck J-H,Middeldorp M,Sultan A,*et al.* Impact of ventricular arrhythmia management on suboptimal biventricular pacing in cardiac resynchronization therapy[J]. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology,2023,66(2):353-361.

[3] Mori S,Bradfield JS. Ventricular arrhythmias ablated from the noncoronary aortic sinus:underrecognized myocardium of the right ventricle [J]. JACC Clinical Electrophysiology,2023,9(8 Pt 1):1292-1295.

[4] Shirai Y. Safety and efficacy of half normal saline irrigation during catheter ablation of outflow tract ventricular arrhythmia: what is the “normal” setting for half normal saline irrigation? [J]. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology,2024,67(3):433-434.

[5] 黄金焕,谢鹏,孙瑜,等.右心室流出道肺动脉瓣上和瓣下起源

室性心律失常的体表心电图分析[J].中国心血管病研究,2023,21(12):1106-1110.

[6] 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.室性心律失常中国专家共识[J].中华心律失常学杂志,2016,20(4):279-326.

[7] 梁静蕾,王业健,李娟,等.益心饮治疗老年冠心病合并心律失常的临床疗效观察[J].成都医学院学报,2024,19(3):401-404.

[8] 胡志鹏,梁卓,刘旭,等.节制索上右束支起源的特发性室性心律失常的心电图特征及射频消融疗效[J].中国介入心脏病学杂志,2023,31(11):862-866.

[9] Asatryan B,Seiler J,Bourquin L,*et al.* Pre-procedural arrhythmia burden and the outcome of catheter ablation of idiopathic premature ventricular complexes[J]. Pacing and Clinical Electrophysiology,2021,44(4):703-710.

[10] Kuo L,Shirai Y. Optimal ablation strategy for idiopathic ventricular arrhythmia arising from right ventricular outflow tract: when to perform reversed-U curve technique? [J]. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology,2023,66(2):243-244.

[11] Gabriels JK,Abdelrahman M,Nambiar L,*et al.* Reappraisal of electrocardiographic criteria for localization of idiopathic outflow region ventricular arrhythmias[J]. Heart Rhythm,2021,18(11):1959-1965.

[12] Kamioka M,Hijioka N,Nodera M,*et al.* Electrophysiological properties and involvement of anatomical factors for the prediction of intramural origin in patients with ventricular tachyarrhythmia arising from the left ventricular outflow tract[J]. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology,2022,63(1):115-123.

[13] Xia Y,Liu Z,Liu J,*et al.* Amplitude of QRS complex within initial 40 ms in V2 (V2QRSi40): Novel electrocardiographic criterion for predicting accurate localization of outflow tract ventricular arrhythmia origin[J]. Heart Rhythm,2020,17(12):2164-2171.

[14] 任岚,韩昊,贾玉和,等.致心律失常性右心室心肌病与特发性右心室流出道室性心律失常的心电图比较[J].心肺血管病杂志,2022,41(6):615-620.

[15] 杨宇帆,刘启明,李旭平,等.肺动脉源性室性心律失常的流行病学、起源点、心电图/电生理特征及消融策略[J].中华心律失常学杂志,2018,22(3):259-262.

[16] 秦奋,赵雨薇,赵江涛,等.Ⅰ导联 R/(R+S)对胸前 V3 导联移行流出道室性心律失常起源部位的鉴别价值[J].郑州大学学报(医学版),2024,59(5):686-690.

[17] 蒋靖波,李金铁,钟国强,等.导管射频消融治疗起源于右心室流出道室性心律失常的有效性和安全性[J].临床内科杂志,2019,36(12):810-813.

[18] 李艳红,杨亚莉,张博.三尖瓣环不同部位起源的特发性室性心律失常患者心电图 QRS 波特征分析[J].心脑血管病防治,2021,21(3):218-221.

[19] 陈康慧,杨兵.鉴别流出道室性心律失常起源的体表心电图方法[J].心血管病学进展,2020,41(1):54-59.

[20] Sammani A, Van de Leur RR, Henkens MTHM, *et al.* Life-threatening ventricular arrhythmia prediction in patients with dilated cardiomyopathy using explainable electrocardiogram-based deep neural networks[J]. Europace,2022,24(10):1645-1654.

(收稿日期:2024-11-06 修回日期:2024-12-30)