

## 心律失常

妊娠期室性心律失常发生的类型  
与心率变异性的关系李花莲<sup>1</sup> 杜树国<sup>2</sup> 杨晓云<sup>3</sup> 魏欣<sup>1</sup> 闻捷<sup>1</sup> 周奕菲<sup>1</sup>

**【摘要】 目的:**观察孕妇室性心律失常中室性并行心律和室性期前收缩的动态心电图特点(DCG),并探讨其对心率变异性(HRV)的影响。**方法:**回顾 210 例室性心律失常及 33 例正常孕妇的 DCG 资料,以时间散点图和 Lorenz-RR 散点图的图形特征并结合逆向心电图进行诊断,并对期前收缩起源进行定位,分为左、右室起源。依据 DCG 定位将患者分为室性期前收缩组(左室组、右室组)59 例、室性并行心律组(左室组、右室组)151 例和对照组 33 例,比较各组总心搏数、室性期前收缩数、心律失常指数以及 HRV、交感活性和迷走活性方面的差异。**结果:**妊娠期室性心律失常患者的总心搏数较健康对照者增多( $P<0.05$ )。室性并行心律组室性期前收缩数较室性期前收缩组多( $P<0.05$ ),但两组在起源点方面的差异并无统计学意义。室性并行心律组与室性期前收缩组 HRV 相关指标均低于对照组(均  $P<0.05$ );室性并行心律组各项指标较同侧心室来源的室性期前收缩组明显下降(均  $P<0.05$ )。**结论:**妊娠期室性心律失常者的 HRV 指标均有所下降,其中右室起源的室性并行心律 HRV 指标下降更明显;室性期前收缩的构成比高于室性并行心律,二者的发生可能与自主神经功能改变或妊娠期生理变化相关。

**【关键词】** 室性并行心律;室性期前收缩;散点图;妊娠期

**doi:**10.13201/j.issn.1001-1439.2018.04.015

**【中图分类号】** R541.7 **【文献标志码】** A

The relationship between the type of ventricular arrhythmia  
and heart rate variability during pregnancyLI Hualian<sup>1</sup> DU Shuguo<sup>2</sup> YANG Xiaoyun<sup>3</sup> WEI Xin<sup>1</sup> WEN Jie<sup>1</sup> ZHOU Yifei<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Electrocardiogram and Electroencephalogram,<sup>2</sup>Obstetrics Department, HuBei Maternal and Child Health Hospital, Wuhan, 430072, China;<sup>3</sup>Cardiac Function Department, Tongji Hospital, Huazhong University of Science and Technology)

Corresponding author: LI Hualian, E-mail: 498012030@qq.com

**Abstract Objective:** To observe the dynamic electrocardiogram (DCG) characteristics of ventricular parasystole (VPSR) and ventricular premature beat (PVB) in pregnancy, and to explore its effect on heart rate variability (HRV). **Method:** The DCG data of 210 cases of pregnant women with ventricular arrhythmia and 33 cases of normal pregnant were analyzed retrospectively. With a combination of Lorenz-RR scatter plot, time-RR-interval scatter plot and the reversal technique, the diagnosis was made and the origin of premature beat can be divided into left and right ventricular source. Included cases were divided into VPSR group (left ventricular subgroup, right ventricular subgroup) ( $n=151$ ), PVB group (left ventricular subgroup, right ventricular subgroup) ( $n=59$ ) and control group ( $n=33$ ), the difference of total number of heart beats, ventricular premature contractions number, arrhythmia index, sympathetic activity and vagal activity between each groups was analyzed. **Result:** The total number of heart beats was significantly increased in VPSR and PVB group than that in control group ( $P<0.05$ ). The number of ventricular premature contractions in VPSR group was more higher than that in PVB group ( $P<0.05$ ), but there was no difference in the origin. Indexes of HRV in VPSR and PVB group were both decreased compared with those in control group (all  $P<0.05$ ), HRV indexes of same ventricular origin in VPSR group were lower than those in PVB group (all  $P<0.05$ ). **Conclusion:** The HRV of patient with ventricular arrhythmia are declined, which in VPSR the right ventricle is more obvious. The occurrence of PVB is higher than that of VPSR, which is related to the change of autonomic nerve function or the physiological changes during pregnancy.

**Key words** ventricular parasystole; ventricular premature beat; scatter plot; pregnancy

<sup>1</sup>湖北省妇幼保健院心电图诊断科(武汉,430072)

<sup>2</sup>湖北省妇幼保健院产科

<sup>3</sup>华中科技大学同济医院心功能科

通信作者:李花莲, E-mail: 498012030@qq.com

妊娠合并室性期前收缩是较常见的妊娠期并发症,但妊娠期合并室性并行心律的较为少见,相关报道极少。我院行产前常规心电图检查的孕妇大多既往体健,未发现心律失常等异常心电图改变,部分孕妇于妊娠中晚期因发现期前收缩等继而行 24 h 动态心电图检查。笔者回顾分析本院 2013—2016 年 243 例孕妇妊娠期动态心电图,探讨通过 Lorenz-RR 散点图以及时间 RR 间期(t-RR)散点图逆向技术诊断和鉴别室性并行心律和室性期前收缩,并分析其 Lorenz-RR 散点图特点,以探讨妊娠期室性并行心律和室性期前收缩对心率变异性(HRV)的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

纳入 2014-01—2016-08 在本院门诊就诊或住院的 243 例孕妇作为研究对象。纳入标准:妊娠 5~41 周;年龄 $\leq 35$  岁;因常规心电图提示有心律失常或其他原因行 24 h 动态心电图检查,动态心电图提示室性心律失常或正常。排除标准:存在严重的内科疾病,如子痫发作、肝脏疾病、肾衰竭、肿瘤或其他全身系统性疾病;孕前有心脏相关疾病:如心律失常、心房颤动、心力衰竭、心肌炎、冠心病、心脏瓣膜病、起搏器植入、先天性心脏病、心肌病等。

分组和数据采集:依据动态心电图散点图特征定位将患者分为:室性期前收缩组 59 例(左室组、右室组)、室性并行心律组 151 例(左室组、右室组)和健康对照组 33 例。所有观察对象均采用杭州百慧医疗设备有限公司生产的记录盒和分析软件,记录盒为 CT-082;分析软件版本编号为 V1.2。患者按常规佩戴记录盒,运用 95% 酒精对皮肤去污去脂,立即擦去酒精,使用 3M 公司生产的 2228CN 电极片。

### 1.2 诊断标准

采用心电散点图分析技术进行室性并行心律和室性期前收缩的诊断。室性并行心律的诊断标准<sup>[1-2]</sup>:1 h 和 24 h 的 Lorenz-RR 散点图呈现出倒 Y 字型或组合的三角形;室性期前收缩的诊断标准<sup>[1-2]</sup>:1 h 和 24 h 的 Lorenz-RR 散点图呈类梯形、四分布或五分布图形,室性期前收缩散点集分布于 45° 线两边,几乎分别垂直 Y 轴;窦律的散点集分布于 45° 线,室性期前收缩前后点集位于 45° 线与 X 轴之间。

### 1.3 室性心搏的定位

室性心搏的定位标准参考文献[4-6]。判断起源部位是位于左侧还是右侧,参考 V1 和 SV2/RV3 指数法<sup>[7]</sup>和 V2 移行指数法<sup>[8]</sup>。图形类右室流出道但 AVL 导联和 I 导联的 QRS 向上为三尖瓣环起源;图形类右室流出道但 II、III 及 AVF 导联的 R 波 $>3.0$  mV 为肺动脉起源;图形类右室流

出道但 SV2/RV3 指数 $\leq 1.5$  同时 V2 移行指数 $>0.5$  时,提示起源于主动脉窦,反之若 SV2/RV3 指数 $>1.5$  和 V2 移行指数 $<0.5$  时,提示起源于右室流出道。图形类右室流出道但 V1 呈 rS 且 V6 呈 Rs 为主动脉根部起源。右室心尖部起源所有胸导联呈 rS 或 QS 型,下壁导联 QRS 波群倒置。左室心尖部起源 V1 导联主波向上,其他同右室心尖部。

### 1.4 HRV 指标

HRV 即测量连续正常 R-R 间期变化的变异性来反映心率变化程度与规律,从而判断其对心血管活动的影响<sup>[6]</sup>。①SDNN:全部窦性心搏 R-R 间期(NN 间期)的标准差,是衡量整体 HRV 大小最直观的指标,降低提示交感神经活性增强;②SDANN:R-R 间期平均值标准差,降低提示交感神经活性增强;③PNN50:相邻 NN 之差 $>50$  ms 的个数占总窦性心搏个数的百分比;④rMSSD:相邻 R-R 间期差值的均方根;⑤HF:高频带(0.15~0.40 Hz);⑥LF:低频带(0.04~0.15 Hz),受交感神经和迷走神经的双重影响;⑦LF/HF 反映交感神经和迷走神经的平衡性,与交感神经活性正相关。③、④、⑤3 项均反映迷走神经的张力,降低提示迷走神经活性减弱。

### 1.5 分析指标

心律失常指数(室性心搏数/总心搏数);总心搏数(窦性心搏数,室性心搏数);HRV 指标;起源的部位比较及定位。

### 1.6 统计学处理

采用 SPSS24.0 进行统计学分析,数值用  $\bar{x} \pm s$  表示,定量资料如心搏数、心律失常指数和 HRV 指标在不满足正态分布的情况下采用多个独立样本的非参数检验(秩和检验);计数资料用率和百分比(%)表示,房性期前收缩伴室内差异性传导采用  $\chi^2$  检验进行比较。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 总心搏数、室性心搏数和心律失常指数的比较

室性期前收缩组和室性并行心律组每小时平均心搏数均较对照组增多,且室性并行心律组多于室性期前收缩组( $P < 0.05$ );室性期前收缩组和室性并行心律组室性心搏数和心律失常指数差异无统计学意义。见表 1。

### 2.2 HRV 指标的比较

对孕妇室性心律失常进行起源定位分组后进行比较,可见同侧起源的室性期前收缩组与室性并行心律组 HRV 时域指标与频域指标差异明显,且均较对照组下降(均  $P < 0.05$ ),各组间 PNN50 及 LF/HF 差异无统计学意义。见表 2、3。

| 表 1 各组总心搏数、室性心搏数和心律失常指数的比较                                                                     |                               |           |             |                           |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------|---------------------------|--------------|
| Table 1 Total heart beat number,ventricular premature contractions number and arrhythmia index |                               |           |             |                           |              |
| $\bar{x}\pm s$                                                                                 |                               |           |             |                           |              |
| 组别                                                                                             | 总心搏数/个                        | 总室性心搏数/个  | 心律失常指数      | 每小时平均心搏数/个                | 每小时平均室性心搏数/个 |
| 对照组(33 例)                                                                                      | 114 073±2 198                 | —         | —           | 5 031±81                  | —            |
| 室性期前收缩组(151 例)                                                                                 | 120 001±3 191                 | 5 536±675 | 0.047±0.006 | 5 132±52                  | 213±29       |
| 室性并行心律组(59 例)                                                                                  | 122 741±2 276 <sup>1)2)</sup> | 4 785±712 | 0.039±0.005 | 5 370±107 <sup>1)2)</sup> | 239±30       |

与对照组比较,<sup>1)</sup>  $P<0.05$ ;与室性期前收缩组比较,<sup>2)</sup>  $P<0.05$ 。

| 表 2 各组 HRV 时域指标的比较                                          |                             |                             |                             |                            |               |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| Table 2 Comparison of HRV time domain indexes in each group |                             |                             |                             |                            |               |
| $\bar{x}\pm s$                                              |                             |                             |                             |                            |               |
| 组别                                                          | SDNN/ms                     | SDANN/ms                    | SDNNIDX/ms                  | rMSSD/ms                   | PNN50/ms      |
| 对照组(33 例)                                                   | 127.24±27.90                | 113.79±26.21                | 51.06±11.06                 | 30.09±9.96                 | 0.0907±0.0275 |
| 室性期前收缩组(151 例)                                              |                             |                             |                             |                            |               |
| 左室组(68 例)                                                   | 108.65±31.54                | 96.27±28.32                 | 45.56±12.19                 | 25.89±12.35                | 0.0693±0.0309 |
| 右室组(83 例)                                                   | 113.69±32.83                | 99.79±30.17                 | 49.19±15.27                 | 29.54±17.66                | 0.0754±0.0441 |
| 室性并行心律组(59 例)                                               |                             |                             |                             |                            |               |
| 左室组(33 例)                                                   | 96.52±37.05 <sup>1)2)</sup> | 83.45±25.41 <sup>1)2)</sup> | 38.94±12.16 <sup>1)2)</sup> | 19.67±8.06 <sup>1)2)</sup> | 0.0375±0.0247 |
| 右室组(26 例)                                                   | 90.12±33.31 <sup>1)2)</sup> | 80.77±31.86 <sup>1)2)</sup> | 36.65±11.91 <sup>1)2)</sup> | 18.88±8.98 <sup>1)2)</sup> | 0.0372±0.0302 |

与对照组比较,<sup>1)</sup>  $P<0.05$ ;与室性期前收缩组比较,<sup>2)</sup>  $P<0.05$ 。

| 表 3 各组 HRV 频域指标的比较                                               |                               |                               |               |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Table 3 Comparison of HRV frequency domain index of earch groups |                               |                               |               |
| $\bar{x}\pm s$                                                   |                               |                               |               |
| 组别                                                               | LF/Hz                         | HF/ms                         | LF/HF         |
| 对照组(33 例)                                                        | 499.64±176.31                 | 580.17±251.77                 | 1.04±0.72     |
| 室性期前收缩组(151 例)                                                   |                               |                               |               |
| 左室组(68 例)                                                        | 371.02±150.94                 | 364.36±230.76                 | 0.0696±0.0307 |
| 右室组(83 例)                                                        | 425.90±218.06                 | 408.45±276.41                 | 1.2956±0.6533 |
| 室性并行心律组(59 例)                                                    |                               |                               |               |
| 左室组(33 例)                                                        | 298.99±118.70 <sup>1)2)</sup> | 265.95±175.10 <sup>1)2)</sup> | 1.3992±0.7103 |
| 右室组(26 例)                                                        | 267.93±113.79 <sup>1)2)</sup> | 241.44±157.56 <sup>1)2)</sup> | 1.3921±0.8144 |

与对照组比较,<sup>1)</sup>  $P<0.05$ ;与室性期前收缩组比较,<sup>2)</sup>  $P<0.05$ 。

2.3 室性并行心律和室性期前收缩的定位

室性并行心律组的 59 例患者中,起源于左室 33 例(55.9%),右室 26 例(44.1%),两者发生率的差异无统计学意义。其中起源于左前分支 2 例,左后分支 13 例,左室后壁 6 例,左室二尖瓣环 9 例,左室流出道 2 例,左室心尖部 1 例,右室近间隔部 1 例,右室流出道游离壁 8 例,右室流出道 4 例,肺动脉出口 6 例,右室流入道后间隔部 3 例,右室心尖部 4 例。

室性期前收缩组的 151 例患者中,起源于左室 68 例(45%),右室 83 例(55%),两者发生率差异无统计学意义。起源于左前分支 4 例,左后分支 3 例,左室后壁 16 例,左室流出道 44 例,左室心尖部 1 例,右室流出道游离壁 29 例,右室流出道 22 例,右室流入道后间隔部 22 例,右室三尖瓣环 7 例,右室心尖部 3 例。

2.4 室性并行心律与室性期前收缩的室性心动过速的发生率

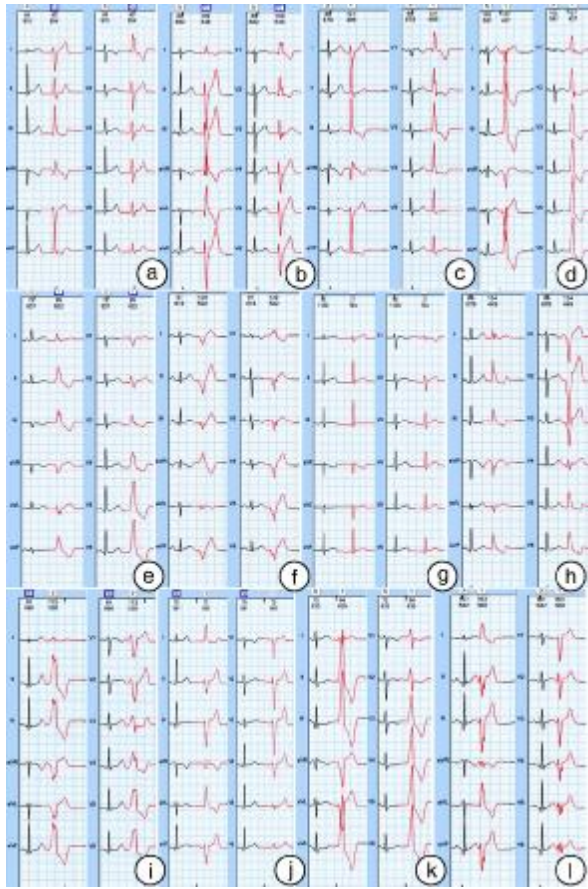
室性并行心律组发生室性心动过速者 4 例(6.8%),其中短阵室性心动过速发生阵数分别为 1~17 阵,平均 6.25 阵次,连续室性心搏数 3~6 次。室性期前收缩组发生室性心动过速者 10 例(6.6%),其中短阵室性心动过速发生阵数分别为 1~1185 阵,平均 214.4 阵次,连续室性心搏数 3~130 次。

2.5 室性并行心律和室性期前收缩的起源点定位及 Lorenz-RR 散点图

室性并行心律和室性期前收缩的起源点定位及 Lorenz-RR 散点图见图 1~3。

3 讨论

室性期前收缩和室性并行心律可以通过散点图分析进行快速准确的鉴别诊断。室性期前收缩



a:左前分支;b:左后分支;c:二尖瓣环;d:左室后壁;e:主动脉窦部;f:左室心尖;g:右室近间隔部;h:右室流出道;i:右室流出道游离壁;j:右室流入道;k:肺动脉出口;l:右室心尖部。

图1 室性并行心律的起源  
Figure 1 The origin of ventricular parasystole

是窦性节律以外的节律,有其特殊的散点集形成独特的图形。室性并行心律在时间散点图上形成特征性的倒Y字形,并行心律的吸引子垂直或近似垂直于45°线分布,在24 h散点图上呈钝角三角形<sup>[4]</sup>。而室性期前收缩在1 h散点图上形成平行于Y轴的类长方形或者梯形散点集,在24 h散点图上呈类梯形的散点图<sup>[4]</sup>。

室性心律失常的发病机制复杂<sup>[9-10]</sup>。有研究报道,妊娠期高血压、糖尿病可损伤心脏自主神经功能<sup>[11]</sup>。HRV是反映自主神经活性的敏感指标。本研究中妊娠期室性并行心律者HRV较室性期前收缩者下降明显,其中反映交感神经张力的指标SDNN及SDANN明显降低,提示交感神经活动增加。这可能与妊娠期母体心血管系统及神经内分泌系统的改变有关。首先,妊娠早期人绒毛膜促性腺激素(HCG)与促甲状腺激素(TSH)有相似的亚单位,两者受体结合时可出现交叉反应,故HCG有类TSH的作用<sup>[12]</sup>。妊娠中、晚期随着HCG水平下降,下丘脑负反馈,TSH分泌增加<sup>[12]</sup>。而甲状腺

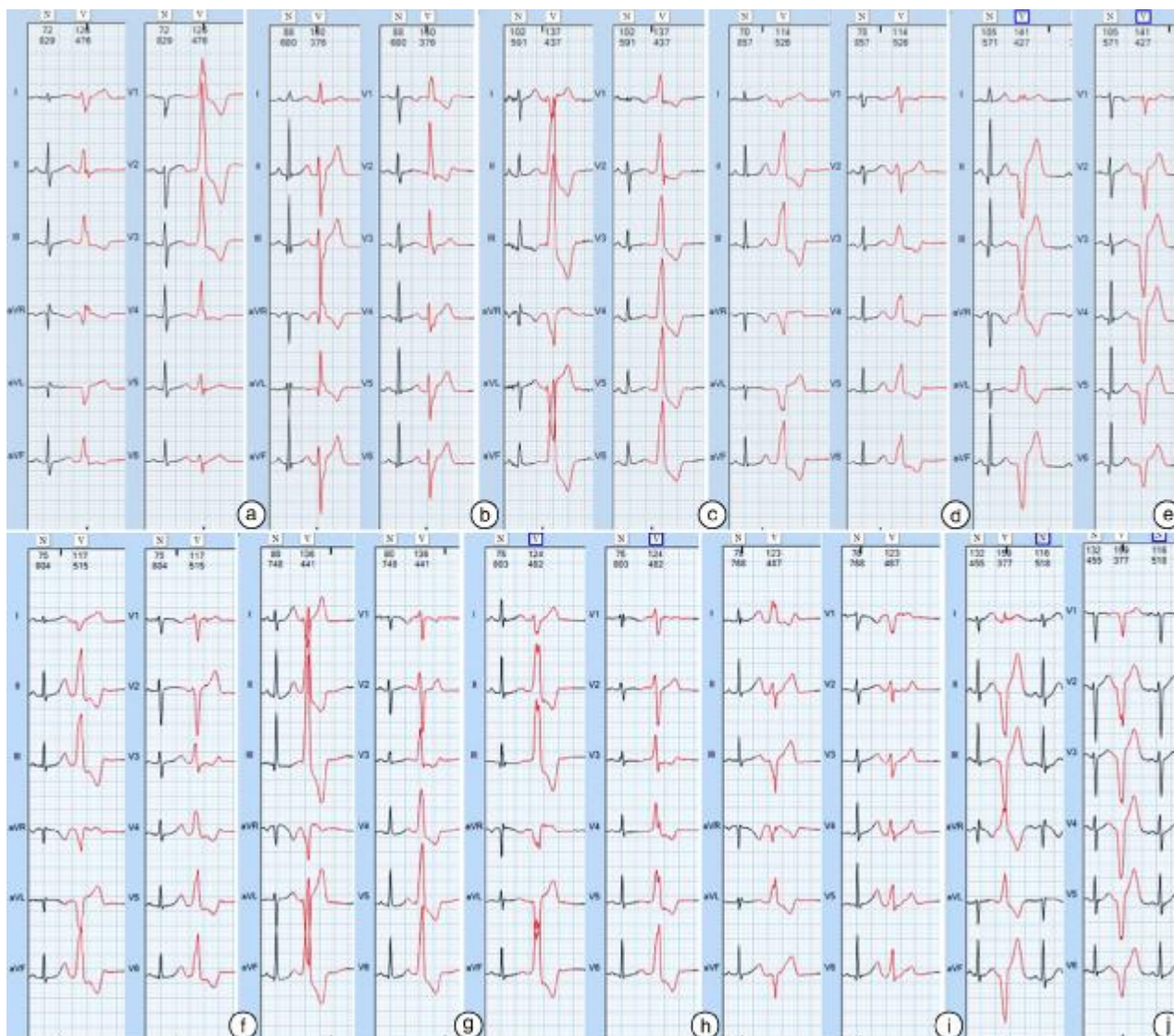
激素与儿茶酚胺协同作用较高,可增加心肌细胞中 $\beta$ -肾上腺素受体对儿茶酚胺的敏感性,提升交感神经兴奋性,或低迷走神经张力,进而加重植物神经紊乱状态<sup>[13-15]</sup>。其次,妊娠期交感神经兴奋性亢进。有研究证明,血管紧张素II的浓度在妊娠30周时达到顶峰。再次,妊娠期心脏负荷逐渐增加,需氧量也相应加大,足月时可达到最高峰,较非孕期增加20%,孕妇静息时的所需氧耗量也在持续性增加,造成组织相对缺氧,机体对缺氧较为敏感,反射性引起交感神经兴奋。最后,孕妇的血容量在6~8周开始增加,至32~34周达高峰;心排出量自妊娠第10周增加,第32周达高峰,所以孕妇的心室率增加以适应身体需要,反射性使心率加快<sup>[16]</sup>。反映迷走神经张力的指标PNN50、rMSSD与HF在室性并行心律组均显著下降。LF受交感神经和迷走神经的双重影响。反映交感神经和迷走神经平衡性的LF/HF在室性并行心律组与室性期前收缩组间差异无统计学意义,说明妊娠期室性并行心律及室性期前收缩患者的迷走神经活动降低,交感神经活动增强,交感神经和迷走神经张力仍处于一种新的动态平衡状态。该结论与儿童室性并行心律的HRV的改变是一致的。

对室性期前收缩定位能反映心室异位起搏点的来源。有数据显示,妊娠期室性心搏左、右室来源的比例为48.1%、51.9%或43.8%、56.2%<sup>[17-18]</sup>。孕期左、右室来源的室性心律失常比例无明显统计学差异。且同一类型室性心律失常中,期前收缩来源的位置对患者HRV影响不大。但笔者前期观察儿童室性并行心律多见于左室的结果有所不同<sup>[6]</sup>。这可能为妊娠期心肌的一种适应性生理改变。

本研究观察发现,大部分妊娠期室性期前收缩和室性并行心律均为妊娠期出现,少数发生阵发性室性心动过速,室性并行心律组发生室性心动过速的可能性较室性期前收缩组大,但大部分患者多无临床自觉症状,且产后预后良好。有1例期前收缩达5万/24 h,在产后1~3个月室性心搏进行性减少,6个月后完全恢复。可能随着妊娠终止,产妇身体机能逐渐恢复,神经内分泌、循环系统恢复,使心电图一系列异常改变逐渐消失,甚至大部分恢复正常。笔者认为妊娠期室性并行心律宜采取保守治疗,结合合并症和超声心动图,及时复查,慎用抗心律失常药物和射频消融治疗。

#### 参考文献

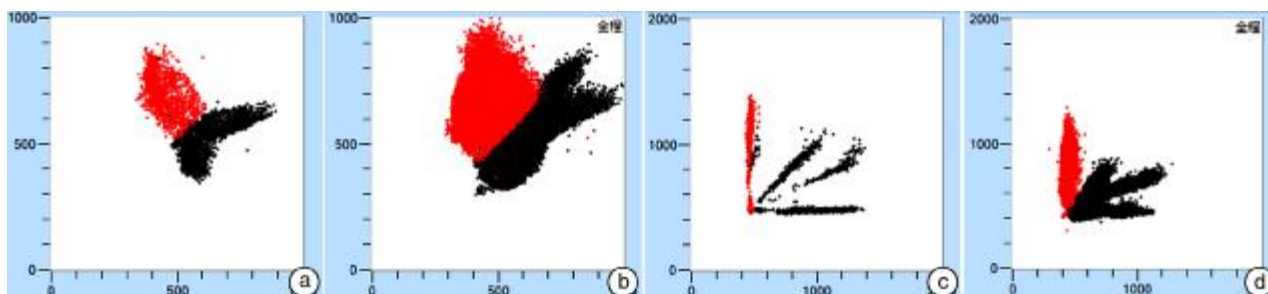
- [1] 向晋涛,景永明,李方洁. 室性并行心律的数学特性与散点图特征及电生理意义[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志,2012,26(4):292-294.
- [2] 向晋涛,吴肇贵,景永明,等. 大数据室性并行心律的Lorenz-RR散点图散点图形态特征及电生理意义[J].



a:左前分支;b:左后分支;c:左室后壁;d:主动脉窦部;e:左室近心尖部;f:右室流出道;g:肺动脉瓣;h:右室流出道游离壁;i:三尖瓣环;j:右室近心尖部。

图 2 室性期前收缩的起源

Figure 2 The origin of ventricular premature beat



a:室性并行心律 1 h;b:室性并行心律 24 h;c:室性期前收缩 1 h;室性期前收缩 24 h。

图 3 Lorenz-RR 散点图

Figure 3 Lorenz-RR scatter plot

中国心脏起搏与心电生理杂志,2016,30(1):5-10.

[3] 向晋涛,李方洁,杨伶. 时间 RR 间期散点图散点图及其逆向技术[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志,

2011,25(2):445-449.

[4] 鲁志兵,江洪. 不同起源部位室性早搏的心电图特点及消融治疗[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志,

- 2011,25(1):72—76.
- [5] 孙卫红,李文华. 流出道起源室性早搏心电图特征及其对射频消融靶点的判断价值[J]. 实用心电学杂志, 2016,25(3):196—200.
- [6] 李花莲. 儿童室性并行心律和室性早搏的动态心电图分析[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2017, 31(6):385—390.
- [7] Yoshida N, Inden Y, Uchikawa T, et al. Novel transitional zone index allows more accurate differentiation between idiopathic right ventricular outflow tract and aortic sinus cusp ventricular arrhythmias [J]. Heart rhythm, 2011,8(3):349—356.
- [8] Betensky BP, Park RE, Marchlinski FE, et al. The V2 transition ratio: a new electrocardiographic criterion for distinguishing left from right Ventricular outflow tract tachycardia origin [J]. J Am Coll Cardiol, 2011, 57(22), 2255—2262.
- [9] 李凡,李菊香. microRNAs 与室性心律失常[J]. 临床心血管病杂志, 2017,33(12):1231—1233.
- [10] 徐雪娟,王凯,吴倩云,等. 室性期前收缩评估急性心力衰竭患者长期预后的临床价值[J]. 临床心血管病杂志, 2017,33(6):544—549.
- [11] 赵圣刚,江力勤. 糖尿病心脏自主神经病变与心律失常[J]. 临床心血管病杂志, 2014,30(8):670—673.
- [12] 赵集群. 不同孕期妇女甲状腺功能及自身抗体分析[J]. 国际检验医学杂志, 2015,36(10):1412—1413.
- [13] 张岩,郭闯,李颖. 131I 治疗对甲状腺功能亢进患者心率变异性的影响[J]. 中国地方病学杂志, 2011, 30(4):444—446.
- [14] 韦怡春,江华,李菊香. 肾去交感神经治疗室性心律失常的研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2016, 32(6):540—534.
- [15] Chen JL, Chiu HW, Tseng YJ, et al. Hyperthyroidism is characterized by both increased sympathetic and decreased vagal modulation of heart rate: evidence from spectral analysis of heart rate variability [J]. Clin Endocrinol, 2006,64(6):611—616.
- [16] 李智. 486 例健康妇女妊娠期心电图追踪观察与分析[J]. 吉林医学, 2011,54(36):7682—7683.
- [17] 马一鸣,时向名,陈琪. 右室流出道不同部位起源室性早搏患者射频消融术后心率变异性变化的研究[J]. 海南医学院学报, 2017,23(4):452—455.
- [18] 侯月梅,沈军辉,李磊. 276 例无症状室性早搏体表心电图特征与起源分析[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2013,27(6):489—492.

(收稿日期:2017-11-03)