

· 特约专稿 ·



特约专家:李世锋,主任医师、硕士生导师。中共郑州大学第二附属医院医技党总支书记,心电图科主任。教育部学位中心评审专家;中国无创心脏电生理河南培训中心主任、河南省家庭发展研究会慢性病防治与管理工作委员会主任委员、河南省心电学诊疗中心主任委员;河南省心电生理与起搏学会常务委员;郑州市心电生理与起搏学会副主任委员;河南省心电诊断学重点学科带头人。研究方向为无创心脏电生理检查与心律失常,任《实用心电学杂志》编委,主编专著4部,主持科研项目6项,发表SCI、国家级期刊论文20余篇。近5年荣获科技成果奖4项和实用新型专利6项,被评为中国临床心电学会先进工作者、郑州大学优秀党员、河南省第三届医德医风模范、河南省红十字会优秀志愿者。

心电散点图在病态窦房结综合征分析中的应用

李世锋¹ 景永明¹ 黄焰² 潘月³ 秦培强⁴

【摘要】 病态窦房结综合征多是永久性人工心脏起搏器植入的指征,而动态心电图检查又是起搏器植入前的必检项目之一。心电散点图对RR间期的变化高度敏感,适合快速分析病态窦房结综合征相关的心电大数据。窦房阻滞、窦性暂停、持续性窦性心动过缓等,查看心电散点图便一目了然;相对复杂的慢快综合征、双结病变等,利用时间散点图选时分析也能快速识别与分析。本文精选了五个难易程度不等的病态窦房结综合征病例,对照数学模型剖析并总结了病态窦房结综合征相关的窦性暂停、窦房阻滞、逸搏夺获节律等散点图的特征及其分析技巧。

【关键词】 心电散点图; Lorenz散点图; 差值散点图; 慢快综合征; 双结病变

【中图分类号】 R541.7 R540.4+1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-0272(2026)02-0088-15

【引用格式】 李世锋, 景永明, 黄焰, 等. 心电散点图在病态窦房结综合征分析中的应用[J]. 临床心电学杂志, 2026, 35(2): 88-102.

病态窦房结综合征是指由于窦房结及其周围组织起搏传导系统退行性病变以及冠心病、心肌炎(尤其是病毒性心肌炎)、心肌病等疾病的影响,累及窦房结及其周围组织而产生一系列缓慢性心律失常,并引起头晕、黑矇、晕厥等临床表现^[1]。其主要心电图表现:①持续性窦性心动过缓、心率<50次/分,且不易用阿托品等药物纠正;②窦性停搏或窦房阻滞;

③在显著窦性心动过缓的基础上,常出现室上性快速性心律失常(房速、房扑、房颤等),又称慢快综合征;④若病变累及房室交界区,可出现房室传导障碍,或发生窦性停搏时,长时间不出现交界性逸搏,此即称为双结病变。

由于心电散点图对RR间期的变化高度敏感,病态窦房结综合征的各种心电图表现都有特征性的散

基金项目:兰州市科技计划项目资助(编号:2025-5-246)

作者单位:450014 河南 郑州,郑州大学第二附属医院心电图科(李世锋,景永明);200040 上海,复旦大学华东医院(黄焰);462003 河南 漯河,漯河市第六人民医院(潘月);836699 新疆,新疆维吾尔自治区人民医院布尔津分院心电图科(秦培强)

作者简介:李世锋,主任医师,主要从事无创心脏电生理检查与心律失常研究。

通信作者:景永明, E-mail: jing-yongming@163.com

点图表现,依据复杂程度介绍如下:

1 持续性窦性心动过缓、窦性停搏或窦房阻滞的心电散点图分析

持续性窦性心动过缓的心电散点图直观、醒目、简洁,时间散点图可见 NN 层起伏在 1.0 秒线之上, Lorenz 散点图中的 NNN 点集的“重心”沿等速线上移至 1.0 秒线之上,差值散点图由于不能显示心率的绝对值,只能看到窦性心律的瞬时变异性,显著的窦性心动过缓多数伴有心率变异性增大,此类患者的 NNN 点集表现为膨大的类圆结构坐落在原点处。持续性窦性心动过缓常常合并有等频性交异性逸搏心律伴干扰性房室脱节,需要结合逆向回放技术综合分析,注意与三度房室阻滞伴完全性房室分离相鉴别。

窦房阻滞或窦性暂停的动态心电图会反复出现长度不等的长周期,由于心电散点图对 RR 间期的变化高度敏感,不仅能快速识别长周期的有无,而且能直观地展示长短周期的内在联系,进而快速区分二度 I 型与 II 型窦房阻滞,还能大致判断窦房阻滞与窦性暂停,对于逸搏及逸搏心律的有无及其变异性也能直观展示^[2]。比如例一的时间散点图(图 1A)中高低层之间大致有倍数关系,符合二度 II 型窦房阻滞的分层规律,相应的 Lorenz 散点图中(图 1B)可见 NN.N 点集沿 $y=2x$ 线分布, N.NN 点集沿 $y=0.5x$ 线分布,两者对称于等速线,这是二度 II 型窦房阻滞的 Lorenz 散点图分形规律,此外可见部分 N.NN 点集向上分裂、NN.N 向下分裂,提示长短周期之间失去倍数关系,部分时段为二度 I 型窦房阻滞;还有少量散

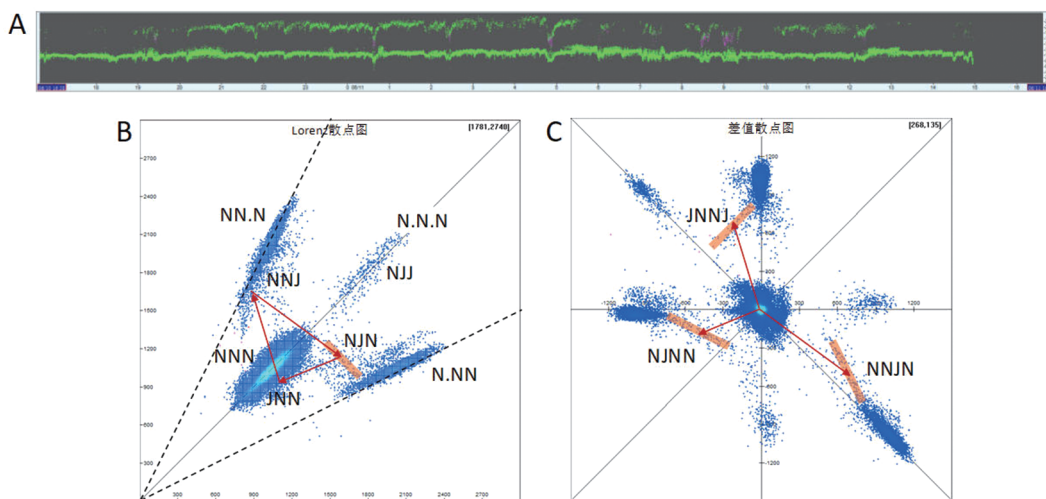
点离开 N.NN 点集向等速线延伸,逆向回放技术显示为交界性逸搏形成的 NJN 点集,其相邻的点集特征不明显,其中 JNN 点集淹没在 NNN 点集中, NNJ 点集重叠在 NN.N 点集中, NJJ 点集重叠在 N.N.N 点集中,分布在等速线的远端。

差值散点图(图 1C)中的连续等周期(NNNN、JJJJ、NJJJ、N.N.N.N)分布于原点,长短周期交替的点集四周围绕,其中二度 II 型窦房阻滞相关的特征点集分布于等效三维坐标轴的正、负两侧,其中只有一个长周期的 N.NNN、NN.NN、NNN.N 点集分别分布于 x 轴负侧、IV 象限角分线、y 轴正侧(即等效三维坐标轴的正侧);只有一个短周期的 NN.N.N、N.NN.N、N.N.NN 点集分别分布于等效三维坐标轴的负侧,其中 NNN.N 点集向左下延伸形成 JNNJ 点集、N.NNN 点集向右下延伸形成 NJNN 点集、NN.NN 点集向左上延伸形成 NNJN 点集,这种分布于 II、III、IV 象限中的三轮风车结构,是逸搏双夺获的特征性差值散点图^[3]。本例交界性逸搏周期(NJ、JJ)的变异性远大于窦性心律周期(NN)的变异性,由于 $NJ+JN=3NN$ (图 2),当 $dNN \approx 0$ 时, $dNJ+dJN \approx 0$,此时 NJN 点集的主轴斜率约为 -1(图 1B 中粗线标识),按照恒变微分法^[4]分析,可知 JNNJ、NJNN、NNJN 点集的主轴斜率分别为 1、-0.5、-2(图 1C 中粗线标识)。

例 1 金××,女性,60 岁。发作性意识丧失 1 天。初步诊断:①晕厥查因;②2 型糖尿病;冠状动脉粥样硬化性心脏病。

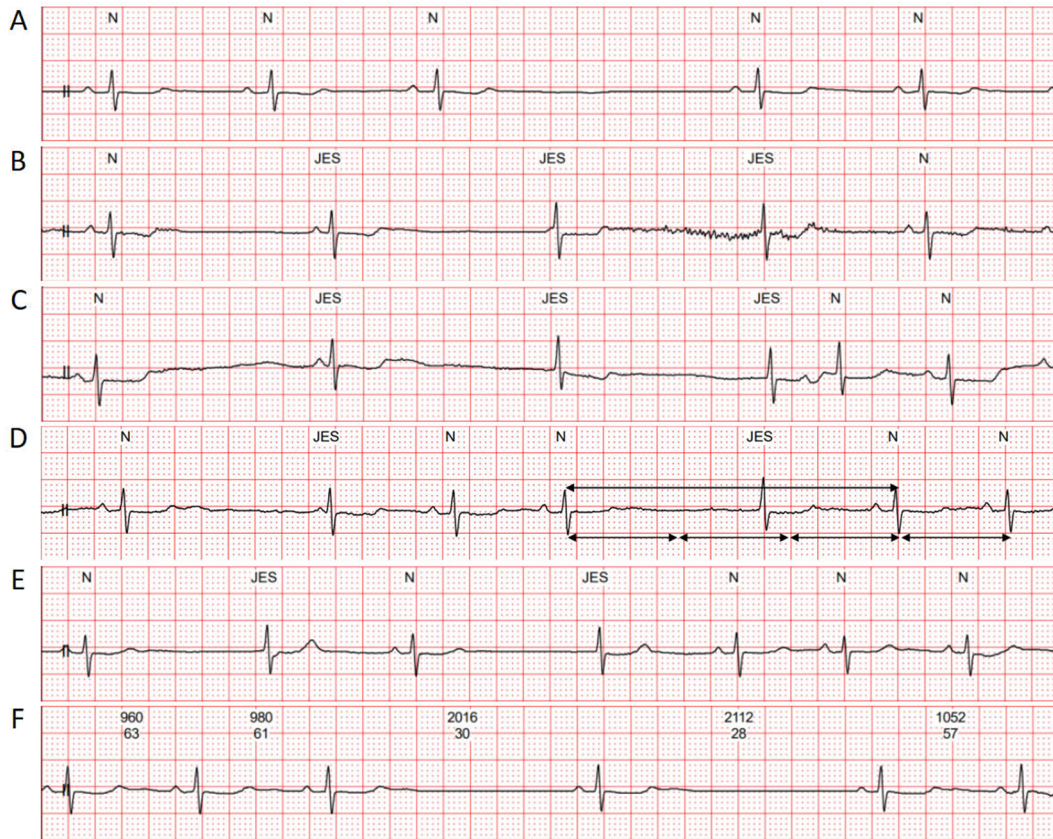
图 2 是例 1 相关的动态心电图片段。

例 2 张××,女性,29 岁。心慌 1 天,初步诊断:①心律失常;②高血压。



A. 时间散点图,大致分两层,高低层之间大致有倍数关系;B. Lorenz 散点图;C. 差值散点图。

图 1 窦房阻滞合并交界性逸搏的心电散点图(例 1)

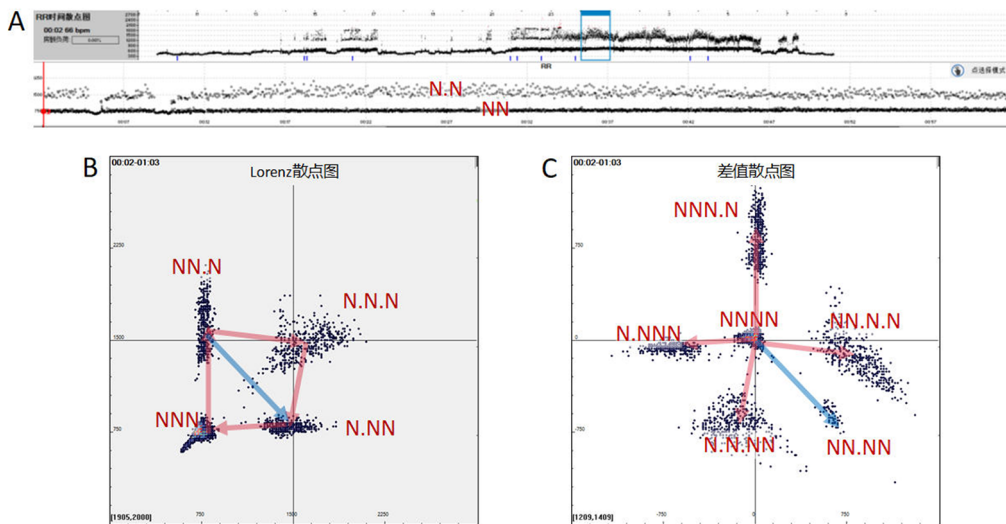


A. 二度 II 型窦房阻滞; B. 交界性逸搏心律; C. 二度 II 型窦房阻滞, 交界性逸搏心律伴干扰性房室脱节; D. 交界性逸搏夺获三联律(NJ+JN=3NN); E. 交界性逸搏夺获二联律; F. 连续 2:1 窦房阻滞

图2 窦房阻滞合并交界性逸搏的动态心电图(例1)

窦性暂停形成的长周期与基础窦律周期之间没有倍数关系, 时间散点图中 N.N 层较分散(图 3A), Lorenz 散点图中的 NN.N 点集垂直分布、N.NN 点集水平分布, N.N.N 点集较分散, (图 3B), 差值散点图(图

3C) 中的与 N.N.N 点集相关联的 N.N.NN、NN.N.N 点集较分散, 与 NNN 点集相关联的 NNN.N、N.NNN 点集分别垂直、水平分布, 均体现的是 N.N 周期的变异性较大, 与 NN 周期之间没有确定的倍数关系。



A. 时间散点图; B. Lorenz 散点图; C. 差值散点图

图3 窦性暂停的分时段心电散点图(例2)

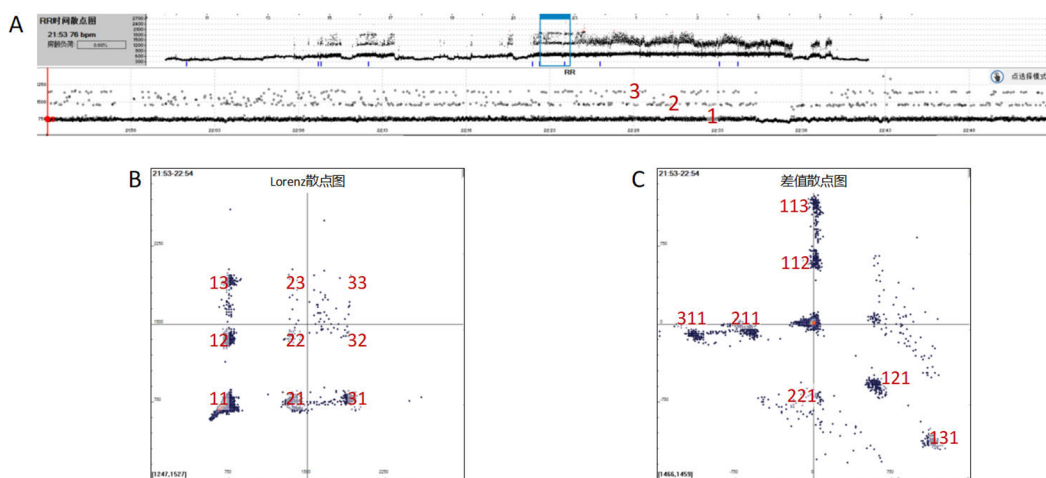
窦房阻滞形成的长周期与基础窦律周期之间有大致的倍数关系,记基础NN为1,两倍的NN周期记为2,三倍的NN周期记为3,如果合并有高度窦房阻滞,则时间散点图会分裂为1、2、3三层(图4A),Lorenz散点图会形成由1、2、3的双排列组合空间点阵散点图(图4B),类似心房扑动形成的空间点阵散点图。差值散点图会形成由1、2、3的三排列组合空间点阵散点图(图4C)。

窦房阻滞与窦性暂停(图5)出现在同一病例中,心电散点图表现出了不同的特征,这表明本病例窦房结自律性不稳定,同时合并有窦房传导阻滞,均是病态窦房结综合征的表现。

总体上看,散点图分析单纯的窦房阻滞与窦性暂停具有特征性图形,需要注意与二度房室阻滞相鉴别,后者的长周期中有未下传QRS波群的窦性P波,利用逆向回放技术可以快速识别。

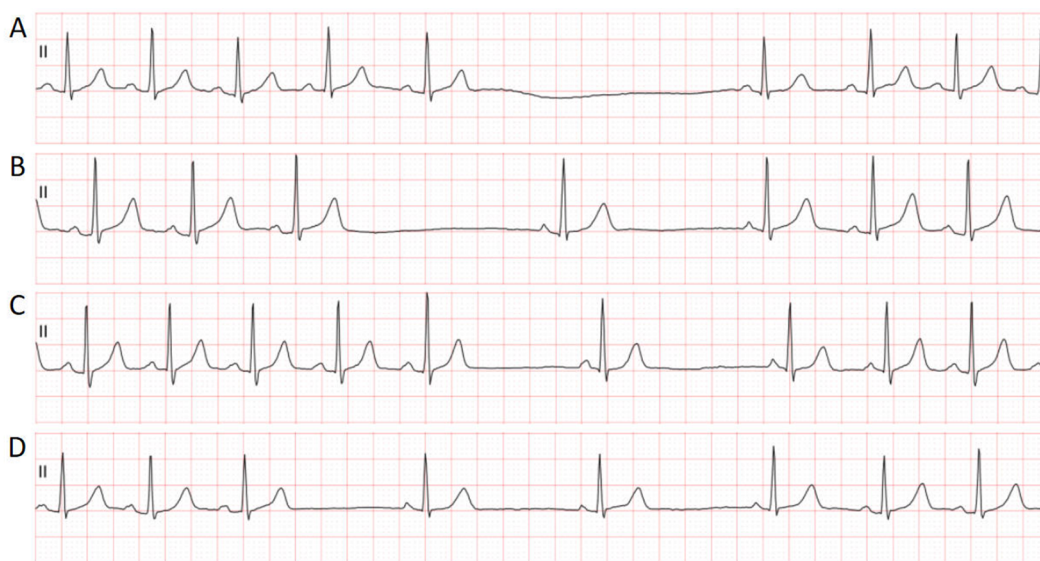
2 慢快综合征的心电散点图分析

慢快综合征的本质是室上性快速性房性心律失常出现在窦房阻滞或窦性停搏的背景中,心电散点图能够快速识别多数室上性快速性心律失常^[5],而缓慢性心律失常只有在快速性心律失常终止后才能发现。各种逸搏及逸搏心律是机体应对缓慢性心律失常的一种自我保护机制,而逸搏夺获节律的散点图也有特征性表现,便于快速识别。慢快综合征的动



A. 时间散点图;B. Lorenz 散点图;C. 差值散点图

图4 窦房阻滞的分时段心电散点图(例2)



A. 窦性暂停,长短周期之间无倍数关系;B. 窦性暂停,连续长短周期显著不等;C. 窦房阻滞,长短周期之间有大致的倍数关系;D. 窦房阻滞,连续长周期大致相等。

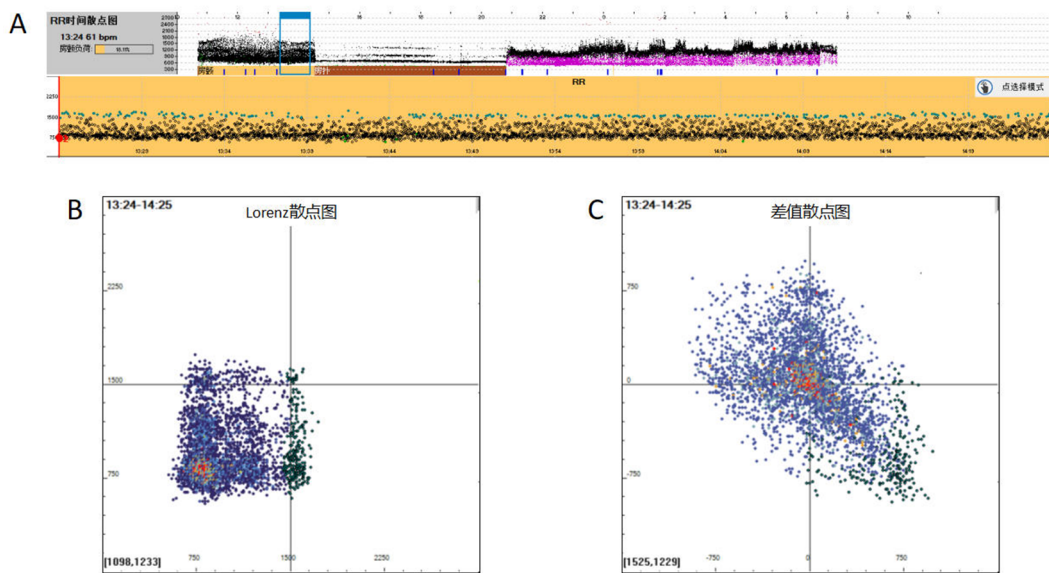
图5 窦房阻滞或窦性暂停的动态心电图片段(例2)

态心电图多为复杂病例,心电散点图能直观展示心电大数据的“慢”、“快”两个特征,而灵活使用散点图工具可以快速分析此类病例。

例3 刘xx,男性,79岁。间断胸闷10月余,加重1天。初步诊断:①心力衰竭;②心功能IV级(NYHA分级);③冠状动脉粥样硬化性心脏病;④心房颤动;⑤2型糖尿病;⑥陈旧性脑梗死;⑦甲状腺功能亢进症;⑧慢性淋巴细胞白血病。

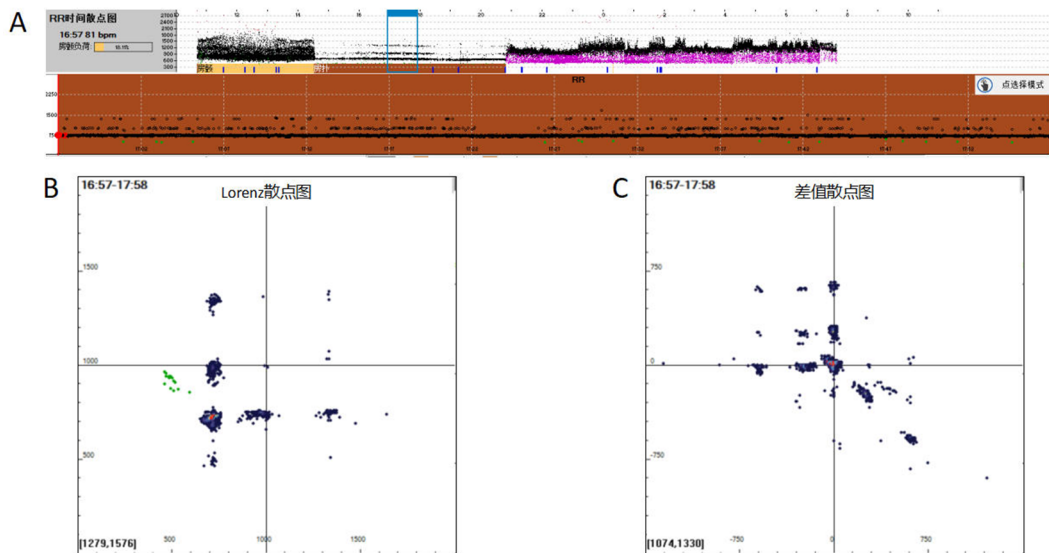
多种快速性心律失常可以单独出现或组合出现于同一病例中,比如例三患者的时间散点图(图6A)

大致分三段,第一时段呈宽条带,其下界清晰,上界的绿色散点大致在同一高度,提示有相对固定的逸搏周期,逸搏周期的出现是机体应对房颤中长周期的自我保护机制,并不代表窦房结功能障碍;相应的Lorenz散点图(图6B)为扇图合并曲尺状结构,也是房颤伴逸搏的特征;差值散点图(图6C)边界不清,较为宽散,代表RR间期的瞬时变异性极大。第二时段(图7A)基本呈等间距分层,相应的Lorenz散点图(图7B)与差值散点图(图7C)呈空间点阵,此为心房扑动的特征性散点图,此时段亦无窦性P波出现,窦房



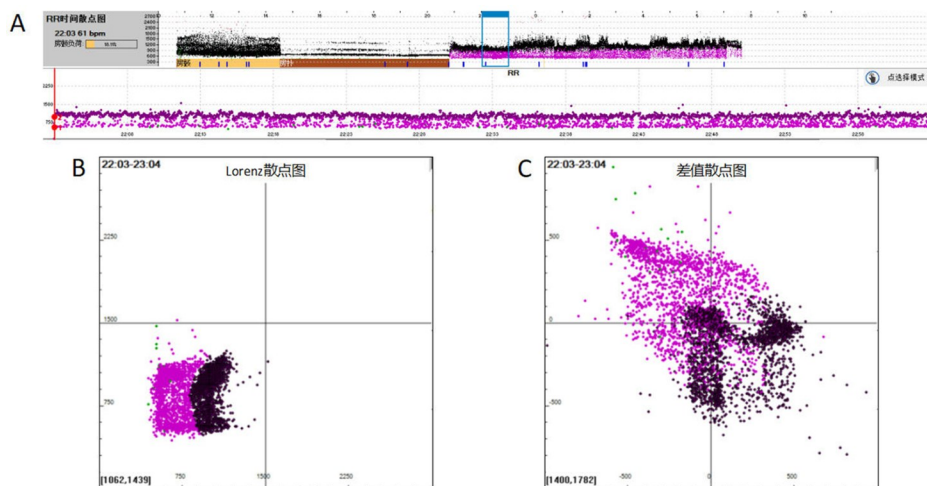
A. 时间散点图(下为框选的1小时放大图);B. Lorenz散点图;C. 差值散点图

图6 慢快综合征的分时段心电散点图(例3)



A. 时间散点图;B. Lorenz散点图;C. 差值散点图

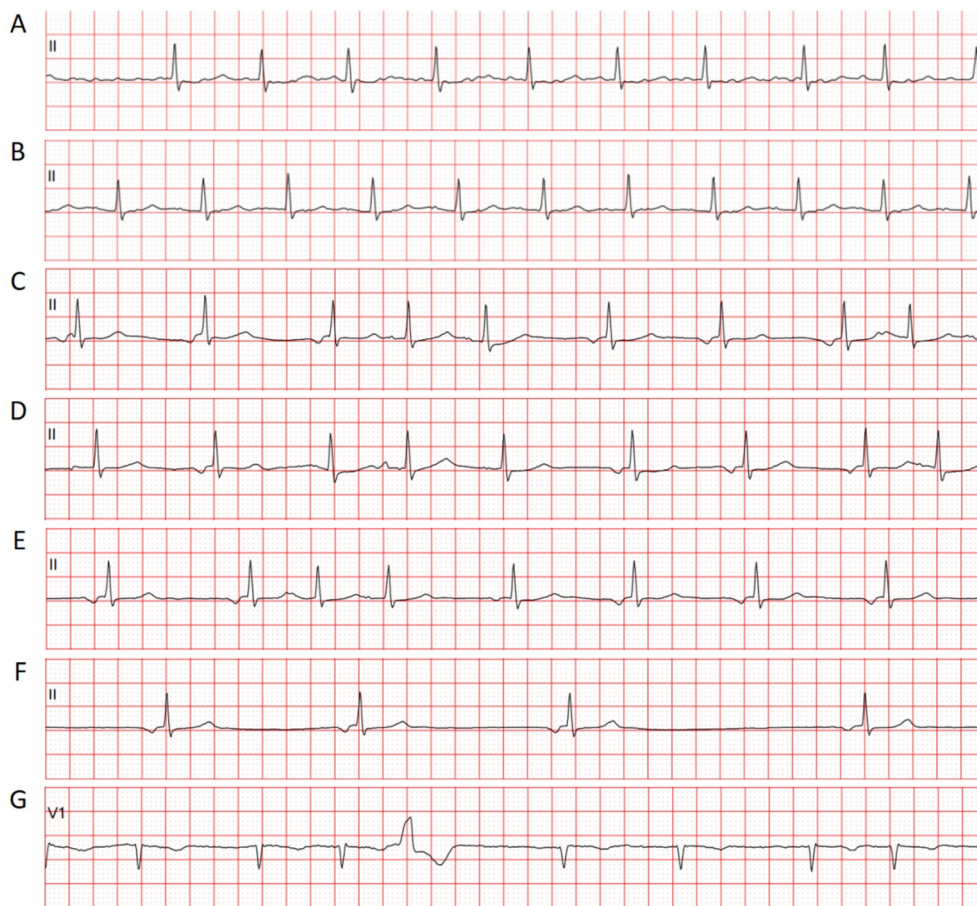
图7 慢快综合征的分时段心电散点图(例3)



A. 时间散点图; B. Lorenz 散点图; C. 差值散点图
图 8 慢快综合征的分时段心电散点图(例 3)

结功能也无法判断;第三时段(图 8A)表现起伏的黑色条带下有分散的红色散点,相应的 Lorenz 散点图(图 8B)呈大致对称于等速线分布,提示房性早搏伴节律重整,差值散点图也有节律重整的“Y”字形结

构^[6](图 8C),但逆向回放技术显示主导心律并非窦性心律,而是房性自主心律合并房性早搏伴节律重整(图 9),房性自主心律在 60 次/分上下波动,表明窦性心律肯定低于房性自主心律的频率^[7],即存在持续



A. 心房颤动; B. 心房扑动; C. 房性自主心律,房性早搏; D. 房性自主心律,房性早搏; E. 房性逸搏心律,成对房性早搏; F. 房性逸搏心律; G. 心房颤动,室性早搏

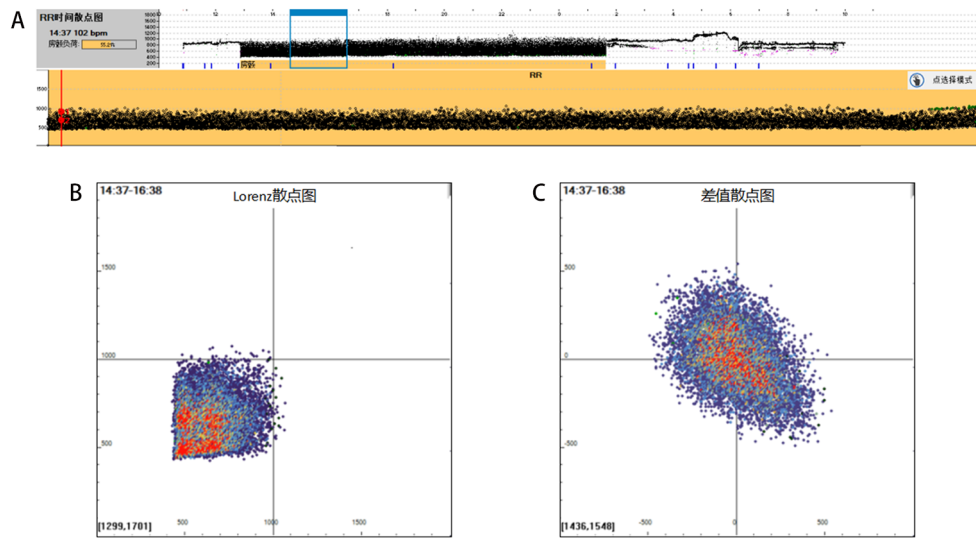
图 9 慢快综合征的动态心电图片段(例 3)

性窦性心动过缓无疑,但有没有窦房阻滞或窦性暂停存在,似乎不易确定,但通过逆向回放技术可以找到房性自主心律伴间歇性传出阻滞时段,长周期之间仍未出现窦性心搏,此时可以确定存在窦房阻滞或窦性暂停,所有的快速性房性心律失常出现在显著窦性心动过缓或窦房阻滞、窦性暂停的背景中,慢快综合征的诊断确定无疑。

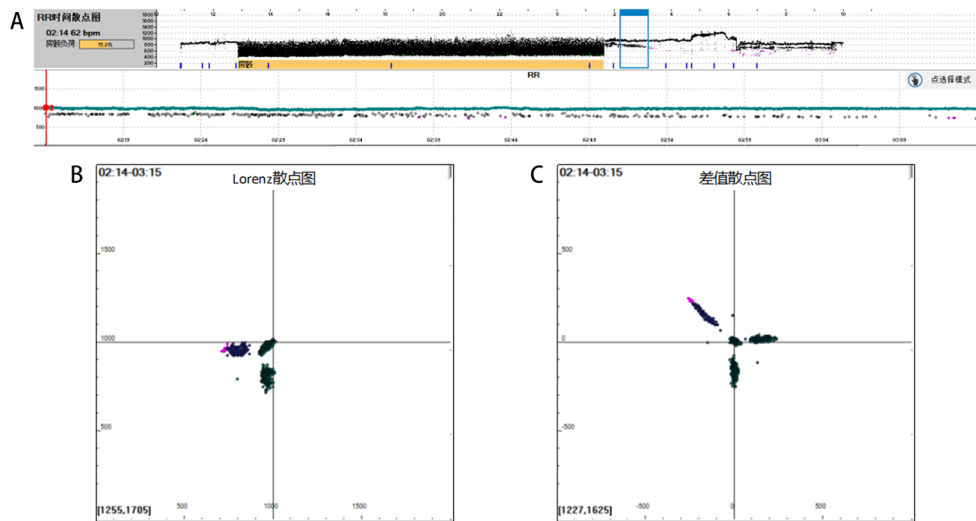
例4 钱xx,女,43岁。间断胸闷气喘1周,加重伴端坐呼吸1小时。初步诊断:①急性心力衰竭;②二尖瓣机械瓣置换状态;③心律失常;④宫颈恶性肿瘤术后。

持续的房性自主心律(如例3)可以反复重整窦

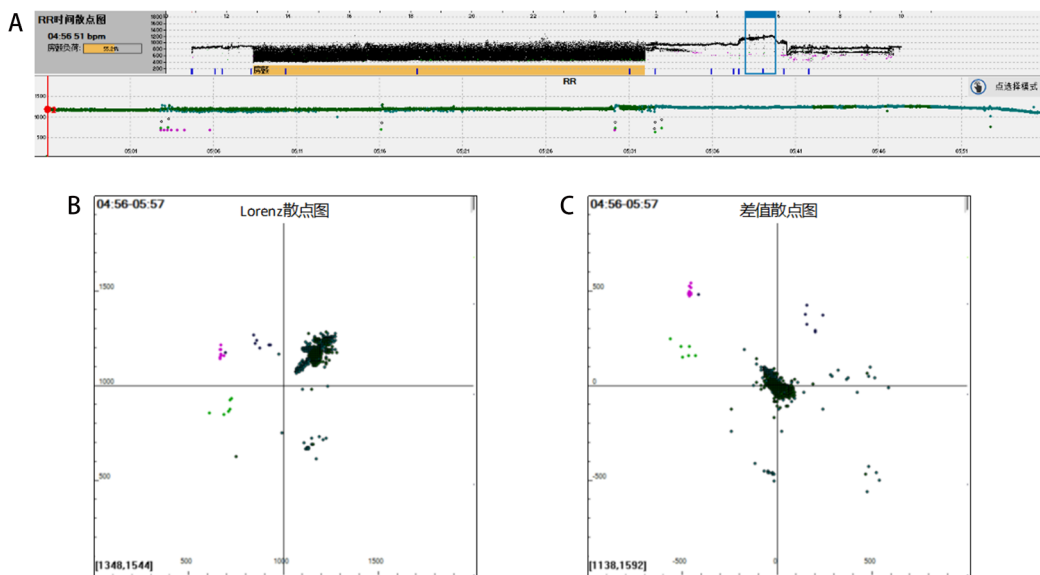
性心律,造成窦性心律被超速抑制,可能掩盖显著的窦性心动过缓或窦房阻滞与窦性暂停,而持续性的交界性自主心律如果没有室房逆传,不会抑制窦性心律。只要没有窦性心搏出现,窦房阻滞或窦性停搏的诊断毫无争议。例四的时间散点图可见宽窄带交替出现,其中宽条带时段为心房颤动(图10A),其Lorenz散点图呈扇形图(图10B),差值散点图是边界不清的盾牌形结构(图10C),是典型的心房颤动散点图。窄条带时段或分两层、或无分层。分层时段(图11A)的顶层较致密,底层较分散,Lorenz散点图(图11B)大致呈横折竖曲尺状结构,折部位置基本在1.0秒线之下,差值散点图(图11C)可见斜倒的Y字



A. 时间散点图;B. Lorenz散点图;C. 差值散点图
图10 慢快综合征的分时段心电散点图(例4)1小时散点图



A. 时间散点图;B. Lorenz散点图;C. 差值散点图。
图11 慢快综合征的分时段心电散点图(例4)



A. 时间散点图; B. Lorenz 散点图; C. 差值散点图。
图 12 慢快综合征的分时段心电散点图(例 4)

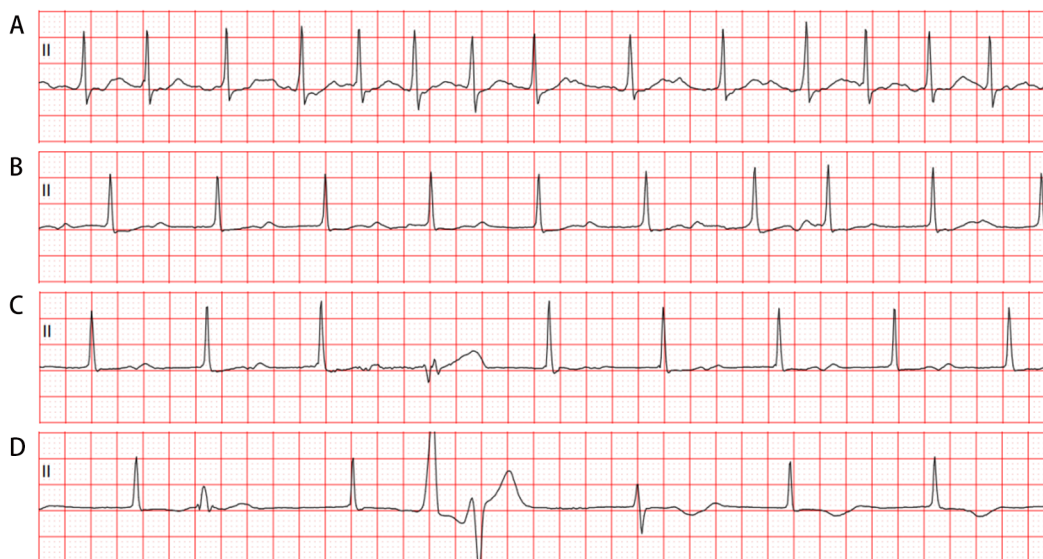
型结构,均是逸搏夺获节律的特征性表现,逆向回放技术显示为交界性自主心律伴房性早搏、室性早搏(图 13B、C)。分层不明显的高层时段大致在 1.2 s(图 12A),频率约 50 次/分,逆向回放技术显示为交界性逸搏心律(图 13D),高层时段的 Lorenz 散点图(图 12B)可见主导节律的散点分布于等速线远端 1.0 秒线之外,短长区的少量早搏点集与长短区的早搏前点集对称分布于等速线的两边,也是节律重整的标志,差值散点图(图 12C)中节律重整点落在斜倒的

Y 字型结构上,其余点集是成对室性早搏相关的散点。

例四的散点图特征表明患者的主导心律就是心房颤动与交界性逸搏心律相互交替,逆向回放技术表明逸搏心律中仅见房性夺获、未见窦性夺获,慢快综合征的诊断确定无疑,是人工心脏起搏器植入的绝对指征。

3 双结病变的心电散点图分析

窦房阻滞的长周期是由于反复出现 P-QRS-T



A. 心房颤动; B. 交界性自主心律合并房性早搏伴节律重整; C. 交界性自主心律合并室性早搏伴节律重整; D. 交界性逸搏心律,室性早搏、成对室性早搏伴节律重整。

图 13 慢快综合征的动态心电图片段(例 4)

波群的整体脱落而形成,房室阻滞的长周期则仅有QRS-T波群的脱落。由于心电散点图只反映RR间期的变化规律,不涉及PP间期以及PR间期的变化规律,理论上讲,窦房阻滞与房室阻滞有共同的散点图特征,逆行回放是鉴别两者的关键。当双结病变并存时,窦房阻滞的基础上会出现PR间期的周期性延长及QRS-T波群的间歇性脱落,散点图会出现一些不同的特征,为快速识别双结病变提供了线索。

例5 张xx,女性,94岁,间断头晕、胸闷14年,加重一天。初步诊断:①冠状动脉粥样硬化性心脏病;②心律失常;③老年性肺炎;④老年综合征,营养不良,胃肠功能紊乱,老年衰弱,贫血,肌少症,顽固性便秘;⑤阿尔茨海默病并神经症状;⑥高血压病3级,极高危组;⑦重度骨质疏松;⑧外周动脉粥样硬化;⑨高脂血症;⑩肝囊肿。

双结病变中逸搏及逸搏心律是普遍存在的。逸搏无夺获的散点图虽然简单,但能反映逸搏心律的自律性高低及变异性大小^[8]。

逸搏夺获节律的散点图特征取决于逸搏心律的瞬时变异性(dNJ 、 dJJ)与窦性心律的瞬时变异性(dNN)的大小对比^[9]。

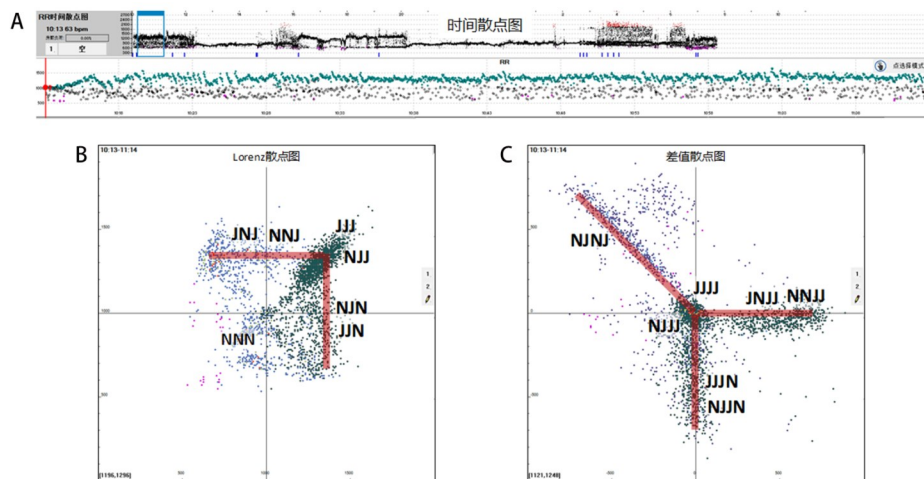
当 $dNN \gg dJJ$ 时,逸搏周期相对固定(即 $dNJ=dJJ \approx 0$),逸搏单夺获节律的Lorenz散点图特征为横折竖曲尺状结构(比如图11B),而差值散点图则为特征性的斜倒Y字型结构(比如图11C),例五的分时段散点图也可见到这种散点图的特征(图14B、C),逆行回放技术显示为交界性逸搏心律(图21A)。

当 $dJJ \gg dNN$ 时(时间散点图表现JJ层起伏程度远大于NN层,图15A),NN周期相对固定, $dNN \approx 0$,

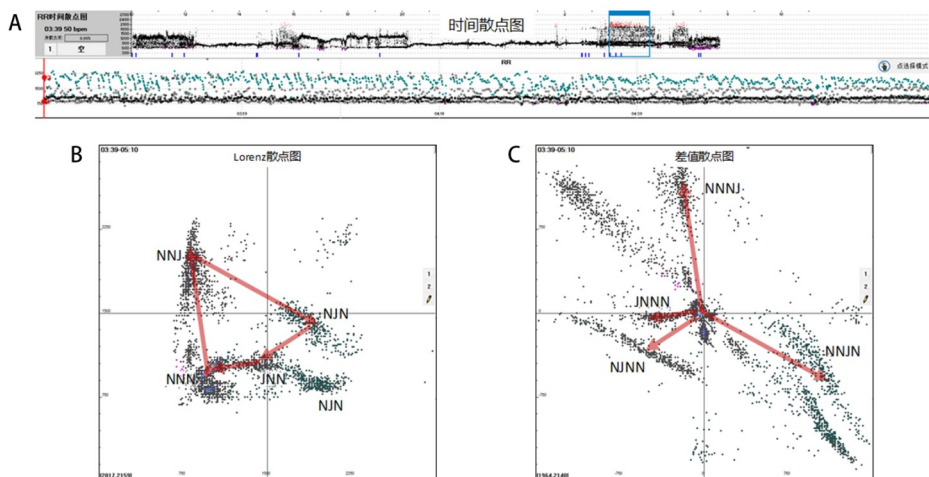
JNN点集的主轴斜率约为零;设 $NJ+JN=nNN$ (n值大小取决于窦房阻滞的严重程度), $dNJ+dJN \approx 0$,即 $dJN/dNJ \approx -1$,此时NJN点集的主轴斜率接近-1,这与NJN点集垂直分布形成的曲尺状结构明显不同,例五的分时段散点图(图15B)中NJN点集沿反向45°线分布,JNN点集大致水平;NJN点集的临界连通向量决定着逸搏双夺获的差值散点图分布规律^[10](图15B)。分布于第Ⅲ、Ⅳ象限的NJNN、NNJN点集主轴斜率分别为-0.5、-2。

依据逸搏夺获周期之间的数量关系,可以做出逸搏双夺获节律的散点图模型(图16),可以看到模型与真图完全重叠,模型与全程散点图重叠(图17),可以了解到逸搏双夺获所占的比例。相对而言,逸搏双夺获节律的差值散点图基本游离,特征明显,易于识别与编辑,而Lorenz散点图中的NJN点集或垂直、或倾斜,特征不明显;而JNN点集或重叠在曲尺状结构中、或重叠在早搏前、后点集当中而不易辨认,更无法编辑。在识别与分析逸搏夺获节律时,差值散点图有其独到的优势。

另外,例五中部分时段的时间散点图分裂为两层(图18A),间距不大,高低层起伏程度不等,两层之上有时可见散在的高层点。逆向回放技术显示(图21D、E):P波形态一致,PP间距长短交替,长短周期之间没有倍数关系,短PP间期之后的PR间期延长,酷似房性早搏二联律伴P'R间期延长;鉴于P波形态无变化,以文氏型3:2窦房阻滞解释PP间期的长短交替,以文氏型房室阻滞解释短PP间期后的PR间期延长,查看相应的Lorenz散点图,可见空间点阵的结构,提示有高度阻滞存在,但等速线近端的3:2窦

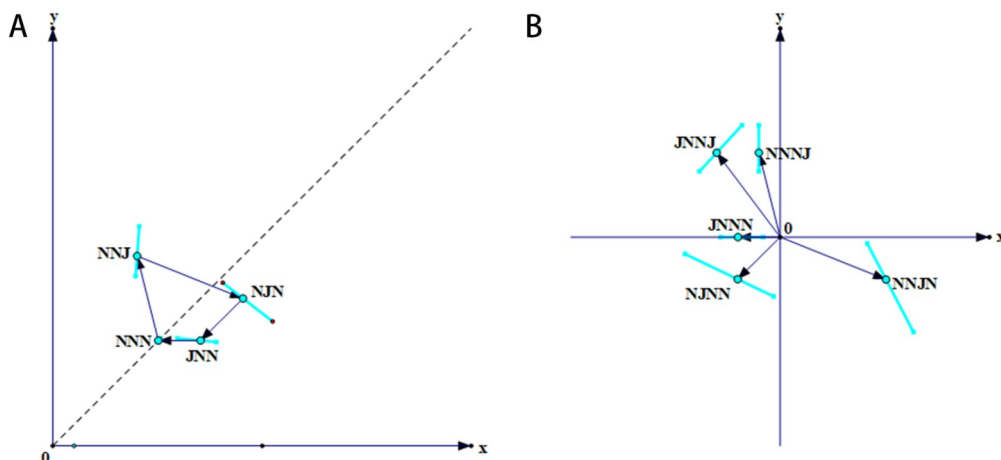


A. 时间散点图; B. Lorenz散点图; C. 差值散点图
图14 双结病变的分时段心电散点图(例5)



A. 时间散点图; B. Lorenz 散点图, 标注逸搏双夺获的临界连通图; C. 差值散点图, 临界连通向量平移到差值散点图中, 分别指向逸搏双夺获的特征点集。

图 15 双结病变的分时段心电散点图(例 5)

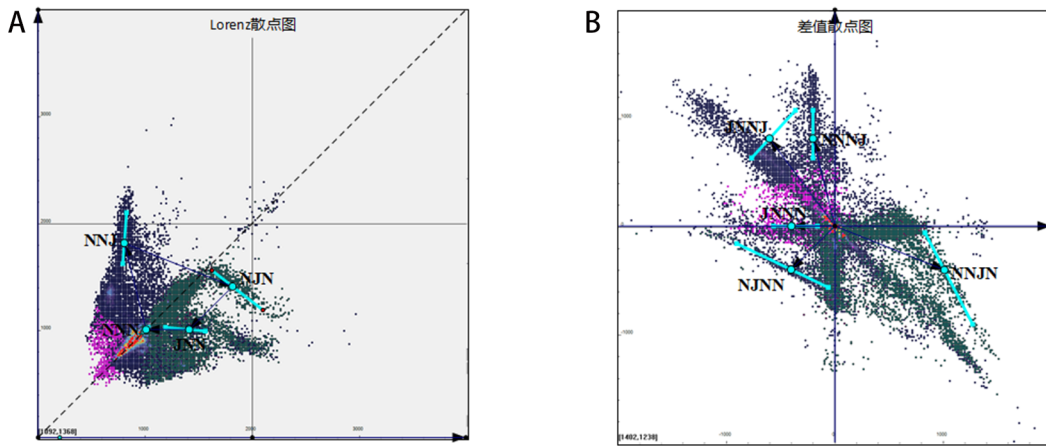


A. Lorenz 散点图; B. 差值散点图。模型制作方法: 设 $NJN(x, y)$ 为主动点(父对象), 由于 $NJ+JN \approx 4NN$ (图 21D), 交界性逸搏前、后的 NN 周期有递减的规律, 设其增量为 d , 则相邻各点(从动点)的坐标分别为: $NNJ(\frac{x+y}{4}, x) \rightarrow NJN(x, y) \rightarrow JNN(y, \frac{x+y}{4} + d) \rightarrow NNN(\frac{x+y}{4} + d, \frac{x+y}{4}) \rightarrow NNJ(\frac{x+y}{4}, x)$, 此闭合向量环平移后得差值散点图的特征点: $NNJN \rightarrow NJNN \rightarrow JNNN \rightarrow NNNJ \rightarrow JNNJ$, 当 NJN 点沿设定的路径移动时, 其余各点随之移动并留下轨迹, 即得逸搏夺获节律的散点图模型。

图 16 逸搏夺获节律的心电散点图模型

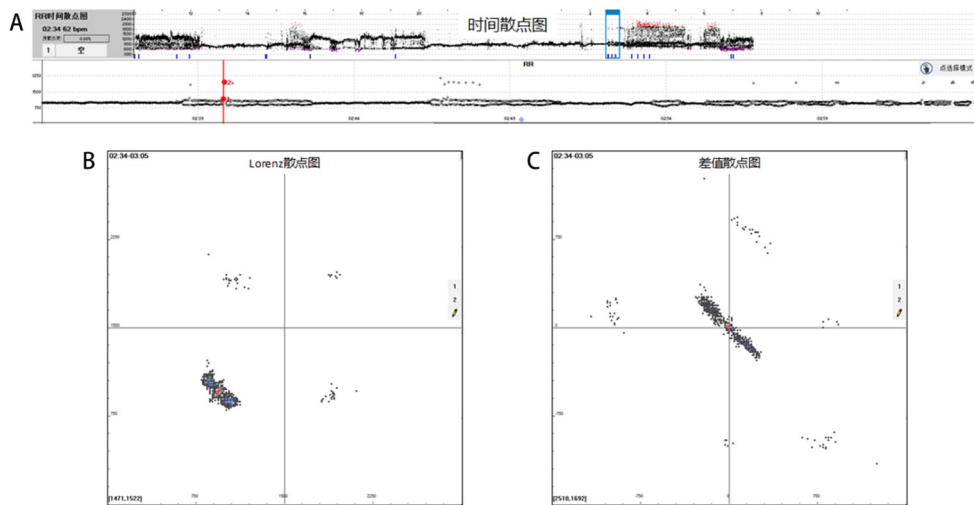
房阻滞散点图与常见的 3:2 窦房阻滞散点图并不相同。如果记基础窦律周期(即 NN 周期)为 1, 两倍的 NN 周期为 2, 三倍的 NN 周期为 3, 则 1、2、3 分别对应时间散点图中的底层、中层与高层, 11、22、33 就是连续 1:1、2:1、3:1 下传的 Lorenz 散点图特征点集, 12 点集代表 1:1 与 2:1 交替下传, 21 点集代表 2:1 与 1:1 交替下传, 这样 Lorenz 散点图特征点集就是 1、2、3 数字的 2 位数排列组合, 相应的差值散点图就是 1、2、3 数字的 3 位数排列组合。二度 II 型, 高度窦房阻滞形成的长短周期之间有倍数关系, 数学模型容易构建, 以 $12(x, y)$ 点为主动点(父对象), 其余从动点

(子对象)坐标分别为: $11(\frac{x+y}{2}, \frac{x+y}{2})$ 、 $22(x+y, x+y)$ 、 $33(\frac{3x+3y}{2}, \frac{3x+3y}{2})$ 、 $21(y, x)$ 、 $23(x+y, \frac{3x+3y}{2})$ 、 $31(\frac{3x+3y}{2}, \frac{x+y}{2})$, 当 12 点沿固定路径移动时, 其余各点随之移动并留下轨迹, 即得二度 II 型高度窦房阻滞的 Lorenz 散点图数学模型(图 19A)。此模型的特点是对称于等速线分布(23 对称于 32、13 对称于 31, 图中没有作出全部的特征点), 连结 Lorenz 散点图模型中的相邻点, 邻界连通向量平移后就得到了差值散点图的特征点集, 可以看到



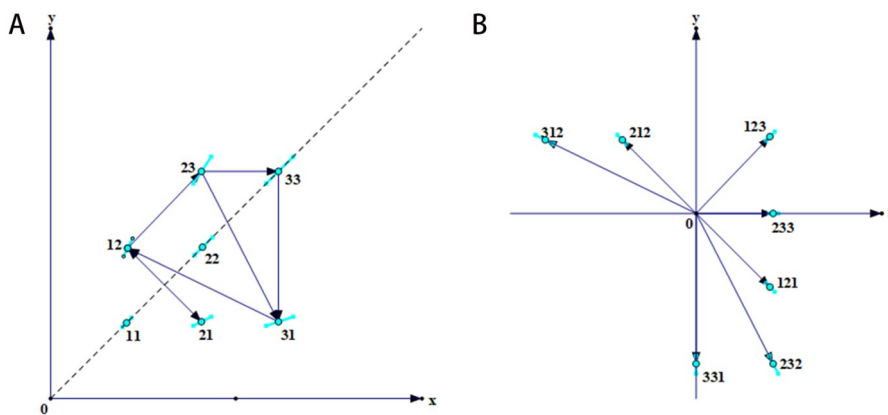
A. Lorenz 散点图; B. 差值散点图。

图 17 双结病变的全时程心电图散点图(例 5, 重叠有逸搏夺获的数学模型)



A. 时间散点图; B. Lorenz 散点图; C. 差值散点图。

图 18 双结病变的分时段心电图散点图(例 5)



A. Lorenz 散点图; B. 差值散点图。

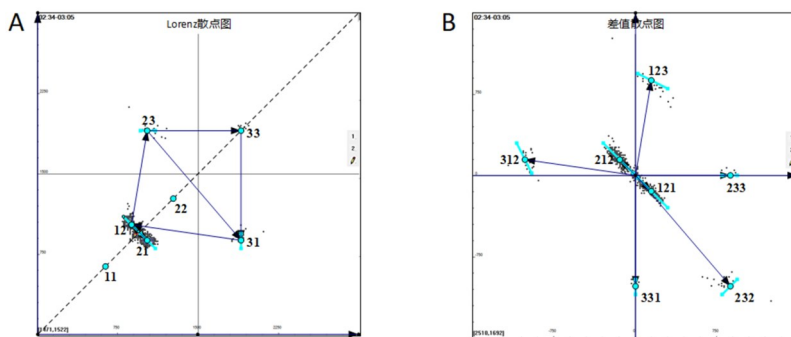
图 19 二度 II 型高度窦房阻滞的心电散点图模型

二度 II 型高度窦房阻滞的差值散点图特征为对称于 $y=x$ 线(即等差线)分布(图 19B)。显然,模型与本

例的文氏型双结病变的真图并不吻合,但不论是 PP 间期的延长还是 PR 间期的延长,其效果都是延长短

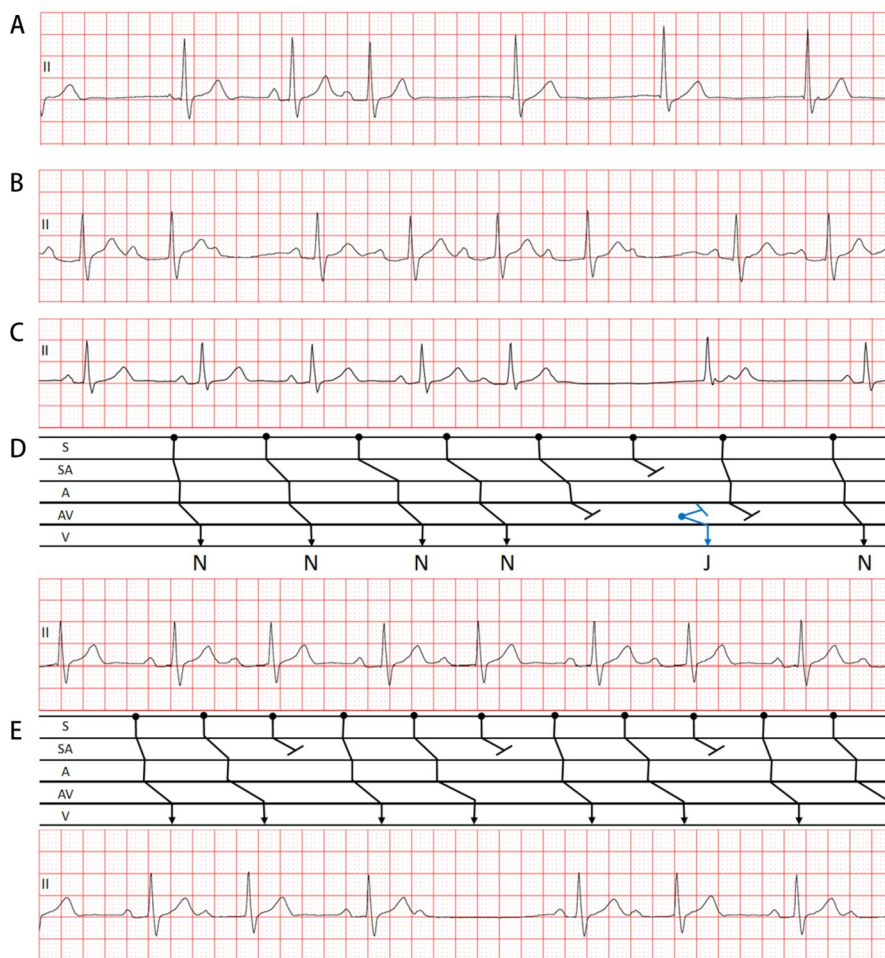
周期、缩短长周期,总体上不改变平均心率,即文氏现象有平均心率的趋势,双文氏现象就是双重的平均心率,拖动12点向等速线方向移动,就得到了文氏窦房阻滞的散点图模型,等拖动12点集与真图中12点集完全重叠时,模型中的其余点集包括差值散点图模型中的特征点集均与真图完全重叠(图20),可

以看出,本例真图中没有出现11、22点集,12、21点集出现在11、22点集的中位线上(即心率均等线),表明双结病变的双文氏现象就是双重平均心率的结果。由此可以得到利用散点图技术诊断双结病变的线索,如果文氏型房室阻滞的阻滞前、后点集均向等速线方向显著移动,高度警惕双结病变的可能性。



A. Lorenz 散点图;B. 差值散点图。

图20 重叠有数学模型的双结病变分段心电散点图(例5)



A. 窦房阻滞或窦性暂停,交界性逸搏心律;B. 文氏型窦房阻滞合并文氏型房室阻滞;C. 文氏型窦房阻滞合并文氏型房室阻滞,交界性逸搏, NJ+JN=4NN;D. 文氏型3:2窦房阻滞合并隐性文氏型房室阻滞;E. 文氏型3:2窦房阻滞合并文氏型房室阻滞

图21 双结病变的动态心电图片段(例5)

4 结语

本文精选了五个病态窦房结综合征病例,涵盖了诊断相对简单的窦房阻滞或窦性停搏,诊断相对复杂的慢快综合征,复杂又疑难的双结病变病例。

简单的病例,查看全程散点图特征就能了解长周期的规律性,结合逆向回放技术实现快速诊断。

慢快综合征多是复杂病例,全程散点图虽然能展示“慢”“快”两个特征,但由于快速性室上性心律失常种类繁多,与缓慢性心律失常频繁交替,再加上逸搏及逸搏心律,慢快综合征的分析并不简单,往往使人陷入分析多种快速性房性心律失常的泥潭,最后忽略病态窦房结综合征的诊断。比如例三中有房扑、房颤、房性自主心律等三种快速性房性心律失常,如果停留在快速性房性心律失常的诊断,而不去评估窦房结功能,便会漏掉最重要的病态窦房结综合征的诊断。

利用时间散点图选取分层规律相近的时段,一般能发现相对纯粹的简单心律失常,复杂病例是简单病例的叠加,分析相对复杂的病态窦房结综合征,选时分析常常能取得事半功倍的效果。与病态窦房结综合征相关的心律失常的散点图特征总结为表1,供大家参考。

当 $dNN \gg dJJ$ 时,等速线近端的窦律点集分布范围较大,逸搏单夺获节律在 Lorenz 散点图中为曲尺

状结构,在差值散点图中为斜倒的 Y 字型结构;逸搏双夺获节律的特征点集 JNN 倾斜分布,差值散点图为特征性的三轮风车结构(图 22)。

设 $NJ+JN=nNN$, $dNJ=dJJ=0$, 两边微分得: $dJN=ndNN$, 则逸搏双夺获的特征点集 JNN 主轴斜率为 $1/n$;

II 象限的 JNNJ 点集主轴斜率理论值为:

$$k_{JNNJ} = \frac{dNJ - dNN}{dNN - dJN} = \frac{0 - dNN}{dNN - ndNN} = \frac{1}{n - 1};$$

III 象限的 NJNN 点集的主轴斜率为:

$$k_{NJNN} = \frac{dNN - dJN}{dJN - dNJ} = \frac{dNN - ndNN}{ndNN - 0} = \frac{1 - n}{n};$$

IV 象限的 NNJN 点集主轴斜率为:

$$k_{NNJN} = \frac{dJN - dNJ}{dNJ - dNN} = \frac{ndNN - 0}{0 - dNN} = -n。$$

当 $n=3$ 时, $NJNN$ 、 $NNJN$ 、 $JNNJ$ 点集的主轴斜率分别为 0.5 、 $-2/3$ 、 -3 。

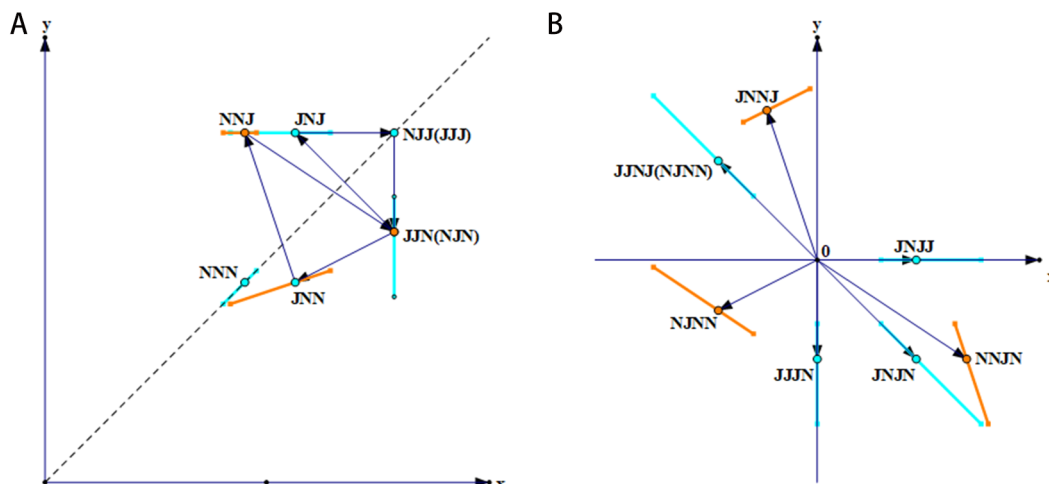
当 $dJJ \gg dNN$ 时,等速线远端的逸搏节律分布范围较大,逸搏单夺获节律在 Lorenz 散点图上沿心率均等线分布,在差值散点图中仍为斜倒的 Y 字形结构;逸搏双夺获节律的特征点集 JNN 水平分布,差值散点图仍为特征性的三轮风车结构(图 23), 主轴斜率分别为 1 、 -0.5 、 -2 。

证明: 设 $NJ+JN=nNN$, $dNN=0$, 两边微分得: $dNJ+dJN=0$, 则逸搏双夺获的特征点集 JNN 主轴斜率为 0 ;

II 象限的 JNNJ 点集主轴斜率为:

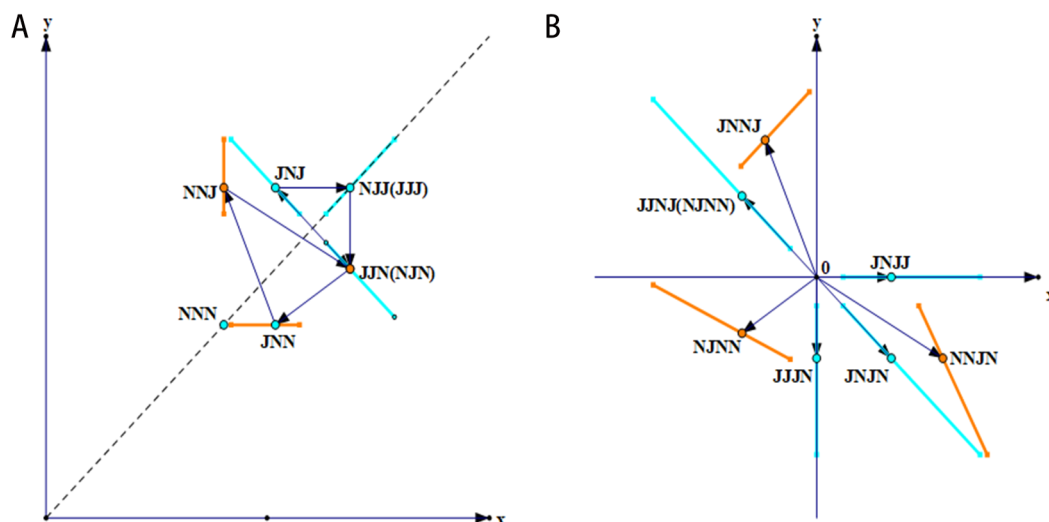
表 1 病态窦房结综合征相关的心律失常散点图特征

病窦相关心律失常	时间散点图特征	Lorenz 散点图特征	差值散点图特征
窦性暂停	NN 层起伏于低层;N.N 层起伏于高层,高度不定。	NN.N 垂直分布于短长区;N.NN 水平分布于长短区。	NNN.N 垂直分布于 y 轴正侧;N.NNN 水平分布于 x 轴负侧。
二度 II 型窦房阻滞	NN 层起伏于低层;N.N 层起伏于高层,高度约 NN 层高度的两倍。	NN.N 倾斜分布于短长区, 主轴斜率为 2;N.NN 倾斜分布于长短区, 主轴斜率为 0.5	NNN.N 垂直分布于 y 轴正侧;N.NNN 水平分布于 x 轴负侧。
二度 I 型窦房阻滞	NN 层起伏于低层;N.N 层起伏于高层,高度略低于 NN 层高度的两倍。	NN.N 倾斜分布于短长区, 主轴斜率略小于 2;N.NN 倾斜分布于长短区, 主轴斜率略大于 0.5。	NNN.N 分布 y 轴正侧偏左;N.NNN 分布 x 轴负侧偏下。
双结病变的线索	NN 与 N.N 层间距明显变小	NN.N 与 N.NN 点集向变速线显著靠拢。	y 轴正侧的 NNN.N、NNNJ 左偏显著;x 轴负侧的 N.NNN 下移明显。
逸搏夺获节律	逸搏(NJ、JJ)层居顶层、相对平坦或显著起伏;夺获层(JN、NN)居下、起伏明显。	当 $dNN \gg dJJ$ 时,逸搏单夺获节律为曲尺状结构,JNN 倾斜分布(图 22A);当 $dJJ \gg dNN$ 时,逸搏单夺获节律沿心率均等线分布,JNN 趋向水平(图 23A)。	逸搏单夺获节律呈斜倒的 Y 字形结构;逸搏双夺获节律为特征性的三轮风车结构;逸搏夺获二联律分布于 II、IV 象限角分限(图 22B、图 23B)。
合并心律失常	慢快综合征常常合并频发房性早搏、频发室性早搏、心房颤动、心房扑动、房性心动过速等心律失常,散点图特征请参阅相关文献 ^[11-12] 。		



A. Lorenz 散点图; B. 差值散点图, 当 $dNN \gg dJJ$, $NJ+JN=3NN$ 时, 三轮斜率分别为 0.5、-2/3、-3。

图 22 逸搏夺获节律的散点图模型(一)



A. Lorenz 散点图; B. 差值散点图, 当 $dJJ \gg dNN$ 时, 三轮斜率分别为 1、-0.5、-2。

图 23 逸搏夺获节律的散点图模型(二)

$$k_{JNNJ} = \frac{dNJ - dNN}{dNN - dJN} = \frac{dNJ - 0}{0 + dNJ} = 1。$$

III 象限的 NJNN 点集的主轴斜率为:

$$k_{NJNN} = \frac{dNN - dJN}{dJN - dNJ} = \frac{0 + dNJ}{-dNJ - dNJ} = -\frac{1}{2};$$

IV 象限的 NNJN 点集主轴斜率为:

$$k_{NNJN} = \frac{dJN - dNJ}{dNJ - dNN} = \frac{-dNJ - dNJ}{dNJ - 0} = -2。$$

总之, 心电散点图技术是快速分析病态窦房结综合症的秘密武器。结合逆向回放技术, 不仅能快速识别和评估窦房结功能, 而且能明确区分慢快综合征、双结病变等临床类型, 也能大致了解各种逸搏心律的自我保护机制, 为人工心脏起搏器的植入提供可靠的依据。

参考文献

- [1] 郭燕, 刘仁光, 赵凤琴. 病态窦房结综合征研究现状[J]. 辽宁医学院学报, 2012, 33(2): 154-157.
- [2] 陈腾飞, 孔巧琼. 文氏型窦房阻滞合并交界性逸搏及逸搏心律的心电散点图特征[J]. 实用心电学杂志, 2024, 33(2): 195-196+201.
- [3] 景永明, 向晋涛. 二度房室或窦房传导阻滞的 RR 间期散点图特征及形成原理分析[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2014, 28(4): 286-291.
- [4] 景永明, 中继红, 耿一鸣, 等. 心电散点图解析策略之恒变微分法[J]. 实用心电学杂志, 2023, 32(2): 123-129.
- [5] 柴婵娟, 杨志明. 快慢综合征与慢快综合征的对比研究[J]. 实用心电学杂志, 2016, 25(2): 138-141.
- [6] 屈文俊, 周鑫, 景永明. 节律重整的散点图分析[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2024, 22(12): 2296-2304.
- [7] 景永明, 王智华, 潘运萍, 等. 心电散点图在竞争性心律失常分

- 析中的应用[J]. 实用心电学杂志, 2017, 26(6): 395-407.
- [8] 赵瑞, 马凌, 焦丕奇, 等. 心电瀑布图在快速识别病态窦房结综合征各种逸搏心律中的应用[J]. 实用心电学杂志, 2024, 33(4): 400-404.
- [9] 景永明, 申继红, 樊好义, 等. 心电散点图解析策略之模型对照法[J]. 实用心电与临床诊疗, 2026, 35(1): 88-96.
- [10] 景永明, 申继红, 赵瑞, 等. 心电散点图解析策略之向量平移法 [J]. 实用心电学杂志, 2024, 33 (04): 394-399.
- [11] 景永明, 李世锋. 心电散点图原理及应用[M], 天津: 天津科学技术出版社, 2016: 1-226.
- [12] 景永明, 李世锋. 心电散点图解析策略及图谱精选[M], 西安: 世界图书出版西安有限公司, 2021: 1-334.
- (收稿日期: 2026-01-29)

作者·读者·编者

同心共建 携手成长

一本期刊的成长, 离不开每一位读者的关注、每一位作者的耕耘, 更离不开专家学者的真知灼见与鼎力支持。为进一步提升期刊学术质量、办刊水平与服务能力, 本刊长期面向广大专家、作者、读者征集宝贵意见与建议。

凡您在学术内容、栏目设置、编校质量、传播推广、发展思路等方面, 提出真实、有效、具有建设性的意见与建议, 一经采纳, 本刊编辑部将予以正式感谢与相应激励, 以诚挚敬意回馈您的信任与付出。

我们始终坚持开放办刊、共建共促的理念, 愿与每一位关心期刊发展的同仁同心同行, 把每一条宝贵建议落到实处, 共同推动刊物提质增效、行稳致远, 与作者、读者、专家携手并进、共同成长。

您的意见与建议, 可通过电子邮箱、信函等方式反馈至编辑部。每一条建议我们都将认真研究、及时回应、积极落实。

地址: 安徽省合肥市庐江路17号中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)门诊三楼心电科; 邮编: 230001; 邮箱: lexdxzz@sina.com; 电话: 0551-62283323

《临床心电学杂志》编辑部