第一章　临床心脏电生理检查设备与基本操作技术

临床心脏电生理学是应用同步记录心腔内和（或）体表心电图结合程控电刺激来研究心脏电活动变化的一门学科。通过心脏电生理检查可以了解心脏传导系统的电生理特性，探讨心律失常的发生机制，协助选择治疗方案，并可判断预后与研究药物的疗效。特别是近 20年来射频导管消融术的发展，使心脏电生理的概念不断得到更新，对心律失常形成机制的认识有了重大发展，已成为治疗心律失常具有革命性的重要技术。

第一节　临床心脏电生理检查人员与仪器设备

临床心脏电生理检查是一项主要借助于心导管进行的创伤性检查技术，必须在心导管室进行（食管法心脏电生理检查除外），要求无菌操作。不仅要插入电极导管，还要通过对体表和心腔内所记录到的心电信息进行分析，获得所需要的资料。因此，临床心脏电生理检查除需要医生、护士和电生理技术员等若干人员参与外，还要求具备 X 线设备、心导管器械、心脏刺激仪、多导电生理记录仪、心脏除颤器以及必要的抢救药物和设备等。

一、人员

1. 医生　2名，主持者应是具有较高的心脏病学、心血管放射学专业水平和心导管检查经验的医师，并能对可能产生的并发症作出迅速和及时的处理；与其配合的医生也应具备独立进行心导管诊治和对严重并发症处理的能力。

2. 护士　1名，心导管室护士除掌握心血管内科护理知识外还应具有一定的实践经验。需完成心导管检查的配合工作：①为操作医生提供必要的心导管器材，做好心导管器材及病人的登记工作 ②在手术中协助操作医生对病人进行各方面的护理；③术中发生心血管急性事件时，能迅速、有效地参加抢救，熟练进行心肺复苏术。

3. 电生理技术员　1名，应具备扎实的心电生理知识，协助医生进行心电生理检查。能熟练使用多导电生理记录仪，具有心律监测、快速阅读常规心电图和心腔内心电图的能力，并作出正确判断，能在出现异常情况时及时提醒医生。

4. 放射科技术员　1名，负责操作 X 光机。

二、X 线设备

心导管室的 X 光机应为可转动的 C 型臂心血管造影机，配有影像增强装置和数字电影摄像设备，至少配有两个电视监视器。具有多角度、多部位投照以及能实时显示、冻结、回放和多图像同时显示的功能，并要求能取得高质量的图像。使用的 X 光机应具有完备的防护措施，尽量减少对心导管操作人员的 X 线照射量。

三、电极导管

电极导管是电生理检查中的重要工具，用于记录心腔内各部位的心电信息。电极导管的种类和型号有许多种，一般用 F 编号来表示导管的粗细，编号代表外周径的毫米数，故编号越大，其直径越大。成人常规使用 5～7F（1.67～2.33mm）的电极导管。导管上的电极一般由白金（铂）做成，环宽 2mm。目前电极的数目及电极间距已发展成多种类型与规格，视用途不同，一般置有 2～20 个环状电极，电极间距最常用的为 5mm 或 10mm。特殊用途的网状电极可多达 64～128 个电极，间距 ≤1mm。

（一）常规电极导管

1. 希氏束电极导管　记录希氏束电位常采用顶端呈 J 型或 C 型的小弯 4 极电极导管。

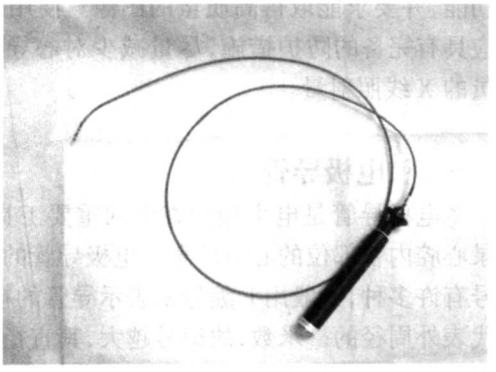
2. 心室起搏及标测电极　记录右心室电位以及心脏起搏时一般采用大弯 4 极电极导管，电极长度成人可分别选用 105cm、120cm、125cm 等规格。

3. 冠状静脉窦电极导管　记录冠状窦电位一般采用 4～10 极的多电极导管，电极间距为 5mm 或 10mm，有利于冠状窦部位的标测定位，标测点越多定位越准确。

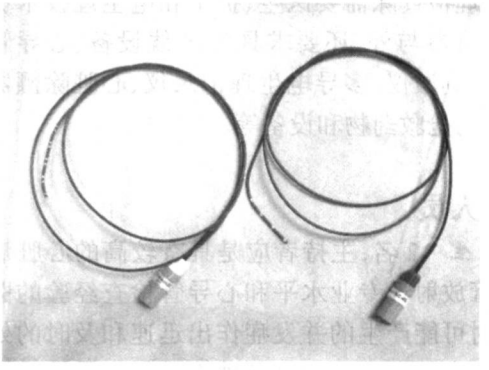
需要全本请访问 www.ertongbook.com



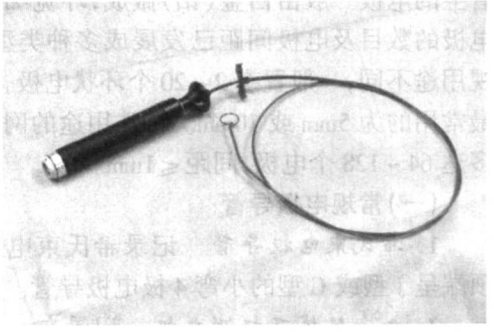
图 1-1　心导管室



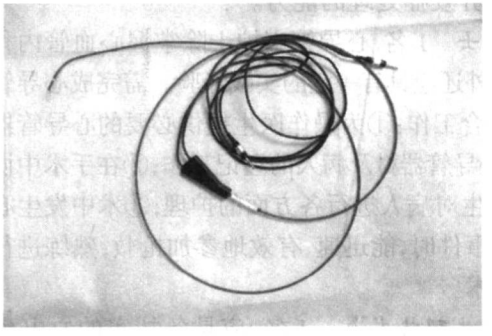
1. 射频消融电极导管



2. 冠状窦 10 极、希氏束 4 极电极导管



3. 环状标测电极导管



4. 起搏电极导管及尾线

图 1-2　电极导管

(二)特殊电极导管

1. 可控标测电极导管　为标测心房扑动和房性心动过速的三尖瓣环标测电极导管，电极数目可多达 20 极。

2. 环状标测电极导管　为一种标测肺静脉或上、下腔静脉电位的 10 极电极导管。

3．非接触性球囊电极导管为 EnSite 3000 **非接触标测系统专用标测导管在** 9 F **导管上设有一个可充** 7.5ml**液体的球囊，球囊外层的网状电极导管由** 64 **根直径** 0.003mm **的绝缘金属线编织而成。每根导线上有一个直径** 0.025mm **的绝缘缺口作为非接触标测电极。**

4．射频消融电极导管　　一种专为射频消融而设计的电极导管，具有记录心电信号及发放射频电流的功能，一般采用 7F **或** 8F **的** 4 **极电极导管，电极间距为** 5mm**，顶端电极长度分别为** 4mm、6mm **或** 8mm **，因为顶端电极比一般电极粗大，俗称大头电极导管。大头导管具有可塑性，通过导管末端的把柄在体外操纵，使导管顶端可向各个方向弯曲旋转，便于标测局部电活动及消融“靶点”的定位。**

（三）食管电极导管

经食管记录心电图或起搏的专用电极导管，多用 7F 2 **极、**4 **极或** 6 **极。环状电极面积为** $5mm^2$**，电极间距** 3 cm **时可明显降低起搏阈值。用连接线将体外端电极与心电图机胸导联相连接后，即可记录单极食管导联心电图，将刺激仪输出端连接在体外端一对电极上即可经食管进行心脏起搏。**

四、刺激仪与记录仪

（一）多功能心脏刺激仪

亦称为多功能程控刺激仪，要求能够准确发放各种程控和非程控直流电脉冲。通过导管电极对心脏某部位进行特定的电刺激，可揭示某些心律失常变化的规律，阐明发病机制，选择有效的治疗措施。大多数的多导电生理记录仪均内置了心脏刺激仪。

（二）多导电生理记录仪

至少需同步记录 3 **个导联体表心电图和** 8～12 **个部位心腔内心电图，如能同步记录** 12 **导联体表心电图和** 12 **导联以上的心腔内心电图则可进行详细的心内膜标测。此外应有冻结、储存、回放、坐标、游标、调整幅度、调整速度等功能。体表心电图最好选择代表三个不同平面的导联，如** Ⅰ**导联、**aVF **导联、**V_1 **导联，以获得较为完整的心电信息。心腔内心电信号经过放大器增益调节和高频及低频滤过后可显示出满意的图形，频率响应通常采用** 30～40 Hz **或** 400～500 Hz **。现在进口及国产的多导电生理记录仪均采用了电脑储存和打印配备，并配有两个由计算机控制的高分辨率彩色监视器，其中一个实时监视心电信息，另一个在采样记录的同时可以进行回忆分析、事件编辑、自动测量和报告打印（图** 1-3**）。**

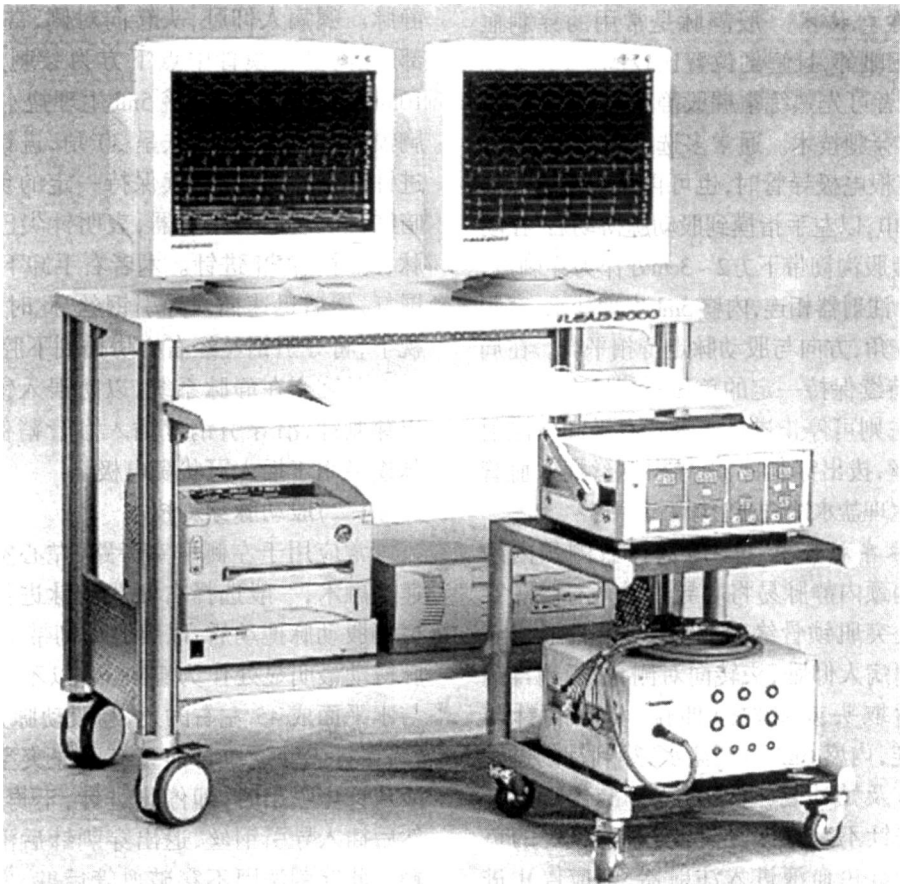


图 1-3　**多导电生理记录仪**

（三）EnSite 3000、CARTO等三维标测系统

1. EnSite 3000 电生理标测系统　由 64 极球囊电极和导航电极系统、多导电极前置放大器、计算机工作站三部分组成，通过球囊电极和导航电极系统构建心脏三维立体电解剖图、动态等电势图及等时序图，可直观了解到心脏激动顺序，为复杂心律失常提供精确的电生理标测。

2. CARTO系统　系三维磁场定位系统，采用三个置于体外的定位板发出磁场，通过导管顶端埋藏有磁性定位传感器的消融标测导管，将接收到的磁场信号传入电磁处理器，由计算机工作站显示出所在心腔的三维图像，提供直观的心脏激动顺序。

五、射频消融仪与心脏除颤器

1. 射频消融仪　是一种射频能量发生器，能产生高频交流电能，具有检测组织凝固过程中相关的各种参数功能，为射频消融治疗心律失常的主要仪器。通过射频导管在心脏内特定部位发放射频电能，达到治疗心律失常的目的。

2. 心脏除颤器　是心导管室的必备设备，在电生理检查中意外出现心室颤动等危急心血管事件时，可以及时挽救病人的生命。此外，心导管室还应备有氧气、必要的抢救药物和心肺复苏等器材。

第二节　心导管基本操作技术

一、经皮穿刺插管术

1953年 Seldinger 首先描述了经皮穿刺插管术。该方法不需切开股动脉或股静脉，只需用特殊的穿刺针，经皮肤穿入血管腔，然后送入导管鞘，便建立了血管通路，术后一般不需要缝合血管。

（一）静脉穿刺技术

1. 股静脉穿刺技术　股静脉是常用的穿刺血管，它与股动脉相毗邻，且解剖位置比较固定，故穿刺比较容易。初学者可先熟练掌握股静脉穿刺，然后再练习其他静脉的穿刺技术。通常多选择右侧股静脉，如有需要放入多根电极导管时，也可再穿刺左侧股静脉。常规消毒铺巾，以左手指摸到股动脉搏动后，在动脉搏动的内侧，腹股沟韧带下方2～3cm处作为穿刺点，将穿刺针与 10ml 注射器相连，内盛 5ml 生理盐水，穿刺针与水平面成 45°角，方向与股动脉走行相平行。在局麻下缓慢进针，持续保持一定的负压。若见有暗红色血液进入注射器，则可停止进针。术者右手卸下注射器，插入导引钢丝，拔出穿刺针，沿导引钢丝插入血管鞘，用肝素稀释生理盐水冲洗血管鞘后备用。

2. 颈内静脉穿刺技术　一般选择右侧颈内静脉。因为经右侧颈内静脉易将心导管送入心腔。穿刺点定在胸锁乳突肌锁骨缘、胸骨柄与锁骨形成三角区的中点。嘱病人仰卧，头转向对侧，常规消毒铺巾，局部麻醉后取头或肩枕过伸位，将穿刺针与 10ml 注射器相连，内盛 5ml 生理盐水，穿刺针的进针方向指向下后方及稍外侧，直至进入静脉内。进针时，动作要慢，进针不宜过深，应持续保持一定的负压。若见到有暗红色血液进入注射器，则应停止进针。术者右手卸下注射器，嘱病人屏气，然后迅速插入导引钢丝，此时，必须在 X 线透视下，将导引钢丝经右心房送到下腔静脉，以证实导引钢丝确实在静脉系统，以防误入锁骨下动脉。拔出穿刺针，沿导引钢丝插入血管鞘备用。颈内静脉途径一般用于插入冠状窦电极。

3. 锁骨下静脉穿刺技术　一般选择左锁骨下静脉。嘱病人仰卧，头转向对侧，常规消毒铺巾，局部麻醉，以左锁骨中点下方为穿刺点，将穿刺针与 10ml 注射器相连，内盛 5ml 生理盐水，穿刺方向指向胸锁关节上方，与皮肤呈 30°角，进针时，动作要慢，进针不宜过深，应持续保持一定的负压。若见到有暗红色血液进入注射器，表明针尖已进入锁骨下静脉，此时应停止进针。术者右手卸下注射器，嘱病人屏气，然后迅速插入导引钢丝，此时，必须在 X 线透视下，将导引钢丝经右心房插到下腔静脉，以证实导引钢丝确实在静脉系统，以防误入锁骨下动脉。拔出穿刺针，沿导引钢丝插入血管鞘备用。锁骨下静脉途径用于插入冠状窦电极。

（二）股动脉穿刺技术

常应用于左侧房室旁路、左心室的室性心动过速消融术，一般选择右侧股动脉进行穿刺。左手触摸到股动脉搏动后，以腹股沟韧带下方 2～3cm 股动脉搏动最明显处作为穿刺点，以不带针芯的穿刺针与水平面成 45°左右的角，与股动脉方向一致缓慢进针，当针尖穿透血管前壁有明显突空感并有鲜红血液从针尾喷出时，即停止进针，不再穿透血管后壁，然后插入导引钢丝，退出穿刺针后沿钢丝插入血管鞘。此穿刺法因不穿破血管后壁，发生血肿等并发症的机会少，所以被愈来愈多的人采用。

二、电极导管放置与定位

常规心脏电生理检查需要放置下列部位的电极导管(图 1-4)。

1. 右心房电极 经皮穿刺股静脉后，可根据需要在右心房的不同部位放置电极：①高位右心房(HRA)，导管电极位于右心房后侧壁上部与上腔静脉交接处；②低位右心房(LRA)，导管电极位于右心房侧壁下部与下腔静脉交接处，记录到的是低位右心房游离壁电活动。也可经希氏束导管近端一对电极记录间隔部低位右心房的电活动。

2. 希氏束电极 希氏束位于房间隔的右房侧下部、卵圆窝的左下方、冠状静脉窦的左上方，靠近三尖瓣口的头侧。经皮穿刺股静脉后放入 2～4 极电极导管，在 X 线透视下，当导管顶端越过三尖瓣进入右心室后，缓慢向后移动导管，使导管与三尖瓣膈侧贴近，顶端位于三尖瓣口附近时仔细调节方位，X 线透视下三尖瓣口位于脊柱左缘正中线左侧 2cm 左右。在此区域常能记录到振幅较大的 A 波与 V 波，当 A 波与 V 波大致相等时，在两者之间寻找双相或单相的尖锐小波，即希氏束电位。

3. 冠状静脉窦电极 临床上常通过经皮穿刺左锁骨下静脉或右侧颈内静脉放置冠状静脉窦电极的方法，记录近房室环左心房和左心室电位。

4. 右心室电极 经皮穿刺股静脉后通过三尖瓣膈侧将导管送入右心室，导管电极可放置在右心室任何部位，一般定位在右心室心尖部。

5. 左心室电极 常规电生理检查一般不需要导管进入左心室，但在进行消融左侧房室旁路以及左侧室性心动过速时，需经皮穿刺动脉后放置左心室电极导管。大多通过股动脉，也可通过肱动脉将导管逆行送入左心室内。

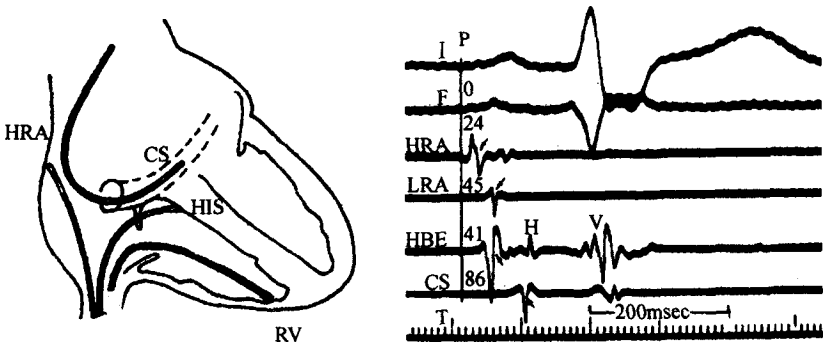


图 1-4 电极导管定位示意图

第三节 电刺激及记录技术

心脏电刺激技术是临床心脏电生理学研究的重要方法，已成为揭示心律失常及心电生理现象的基本手段，心脏电刺激技术与心腔内记录技术结合后才具有了临床价值。在电生理检查前应停用各种抗心律失常药物 5 个半衰期。

一、刺激方式

临床应用的刺激方式较多，可分为以下几个方面：①按是否能程序控制分为程控刺激和非程控刺激两种；②按刺激频率分为起搏、超速、亚速、猝发等刺激；③按刺激程度的强弱分为阈上刺激和阈下刺激；④按发放方式可分为定时、定数和任意发放等。

二、刺激部位

1. 心房刺激 起搏电极导管可以放置在心房任何部位发放电刺激，通常放在高位右心房，能形成接近窦性节律时的心脏激动顺序。

2. 冠状窦刺激 起搏电极导管放置在冠状窦内发放电刺激，可代表左心房起搏。

3. 希氏束刺激 起搏电极导管放置在希氏束区域刺激形成正常形态 QRS 波群时，可以证实所记录到的 H 波是希氏束电位，而非右束支电位。

4. 心室刺激 起搏电极导管可以放置在右心室任何部位发放电刺激，通常将起搏电极导管定位在容易固定的右心室心尖部。也可将起搏电极导管定位在左心室发放电刺激(图例 1-9)。

三、常用刺激方法

常用的刺激方法有非程控刺激法和程控期前刺激法两种。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(一)非程控刺激法

非程控刺激法亦称 S_1S_1 刺激法，是一种恒定频率或变频的刺激脉冲，适用于测定窦房结功能和房室交接区起搏与传导功能、阐明房室结双径路、研究预激综合征电生理特性、诱发和终止阵发性室上性心动过速等(图例 1-2、5、6、8、9)。

1. 分级递增刺激法　亦称增频刺激法，为最常用的非程控刺激法。采用比自身窦性心律快 10～20次／分的频率开始刺激，每次刺激 30～60s，间歇 2min 后每级递增 10～20 次，直到需观察的电生理现象，如房室结 2:1 阻滞点出现为止。

2. 连续递增递减刺激法

(1)连续递增刺激法：开始时采用接近自身心率的频率进行刺激，随后连续地逐渐递增刺激频率，直至能观察到相关电生理变化时终止。

(2)连续递减刺激法：开始时采用较快的刺激频率，随后连续地逐渐递减刺激频率，直至能观察到相关电生理变化时终止。

3. 超速刺激法　常应用于终止心动过速，刺激的频率高于自身心率 30～50 次，一般持续 3～5s 即可终止心动过速。

4. 亚速刺激法　采用低于心动过速的频率进行连续刺激，较缓慢的刺激脉冲随机进入折返环路后可以终止心动过速。

5. 短阵猝发刺激　采用比心动过速快40%左右的频率每次发放 5～10 次的电脉冲，用于终止阵发性室上性心动过速。因频率太快，很少用于心室刺激，以防止诱发致命性室性心律失常。

(二)程控期前刺激法

按事先编排好的程序进行期前刺激，可在基础刺激情况下发放期前刺激，也可在自身心率的基础上发放期前刺激。程控期前刺激了解到的最基本电生理变化是心脏不应期的参数，因心脏各部位的不应期及电生理特性与心动周期长短相关，通常要在 3～4 次基础刺激(S_1)以后才达到稳定，在稳定起搏的4～8次基础刺激后发放期前刺激，才能保证期前刺激得到准确的电生理数据。

在采用程控期前刺激法检查时，选择不同的 S_1S_1 基础周期长度非常重要。通常大部分心脏组织的不应期随着刺激周期长度的缩短而缩短，为了使基础刺激时心脏不应期尽量保持与窦性心律时相同，S_1S_1 周期长度应略短于窦性周期长度，这样既能有效稳定起搏心脏，又能最大程度地使不应期接近正常生理范围。当刺激频率过慢无法有效起搏心房时可缩短 S_1S_1 基础周期长度，但刺激周期过短又易使部分房室交接区不应期较长的患者，在基础刺激时即出现传导延缓，影响了其后期前刺激检测不应期的正确性，应及时在 500～1 000ms 范围内调整基础刺激周期长度，消除影响。

程控期前刺激法检查适用于测定心脏不应期、阐明房室结双径路、研究预激综合征旁道电生理特性、诱发和终止阵发性折返性心动过速、揭示常见的心电生理现象等，是临床电生理检查常用的方法之一(图例 1-3、4、7、10)。

1. S_1S_2 刺激法　以 S_1S_1 作为基础刺激，刺激周长一般要比窦性周长短 100～200ms，以稳定夺获心脏。每 4～8 个 S_1 刺激后加一个期前刺激 S_2，然后 S_1S_2 间期每间隔 5～10ms 逐次缩短(负扫描)，亦可以每间隔 5～10ms 逐次延长(正扫描)。临床上常在电生理检查中采用负扫描的方法，即从心房或心室舒张晚期开始期前刺激，这样可以观察到心脏电生理特性的顺序改变。例如对房室结双径路患者进行心房 S_1S_2 负扫描刺激时，可见到随着 S_1S_2 耦联间期的缩短，先出现 A_2-H_2 间期的逐渐延长（激动先进入快径路相对不应期)，此后突然出现 A_2-H_2 间期跳跃式延长(激动进入快径路有效不应期，改从慢径路传导)现象。一般 S_1S_2 刺激即可满足常规电生理检查的需要，如有必要可加发 S_3 或 S_4 刺激。

2. S_2S_3 刺激法　在 S_1S_2 刺激基础上增加 S_3 期前刺激(第 2个期前刺激脉冲)，固定 S_1S_2 期前刺激的耦联间期后，以 S_2S_3 耦联间期进行扫描。

3. $S_2S_3S_4$ 刺激法　在 $S_1S_2S_3$ 刺激基础上增加 S_4 期前刺激(第 3 个期前刺激脉冲)，分别固定各期前刺激的耦联间期后，以最后一次期前刺激进行扫描。

4. RS_2 法　采用患者自身的 R 波触发 S_2，在感知自身心搏 4～8 次后发放一次 S_2 期前刺激，进行负扫描或正扫描。从 R 波顶端开始到电脉冲波起始的间期即为感知间期（图例 1-10)。

5. PS_2 法　方法同 RS_2 法，但因 P 波振幅低，感知心电信号不如 RS_2 法。

四、记录技术

临床心脏电生理检查的记录技术首先是依靠心导管操作技术，电极导管的定位除了 X 线的影像学特点外，更重要的还要借助于心腔内心电图的识别。因此，心电图记录技术的质量非常重要。

(一)记录部位

根据电生理检查的目的需要不同部位的记录，

一般要求记录能反映前额面、水平面及侧面的 3 导联同步体表心电图、高位右心房电图、低位右心房电图、希氏束电图、冠状窦近端电图、冠状窦远端电图、右心室电图等。在顺序上根据上述部位由上而下排列，以便能正确地反映心脏激动顺序。走纸速度需 100～200mm/s，以便能发现细微的心电信号变化。

(二)波形命名

1. S 波　为电脉冲形成的刺激波。S_1 代表基础刺激波，S_2 代表第 1 次期前刺激波，S_3、S_4 分别代表第 2 次与第 3 次期前刺激波。S_1S_1 代表基础刺激周期，S_1S_2 代表第 1 次期前刺激耦联间期，S_2S_3、S_3S_4 分别代表第 2 次与第 3 次的期前刺激耦联间期。

2. A-H-V 序列　心房刺激引起心脏各部位激动顺序为 A-H-V 序列。S_1 引起的心房激动波称为 A_1、希氏束激动波称为 H_1、心室激动波称为 V_1。S_2 引起的心房激动波称为 A_2、希氏束激动波称为 H_2、心室激动波称为 V_2。S_3 和 S_4 引起的 A 波、H 波、V 波均分别依此类推命名。

3. V-H-A 序列　心室刺激引起心脏各部位激动顺序为 V-H-A 序列。S_1 引起的心室激动波称为 V_1，逆行希氏束及心房激动波分别称为 H_1、A_1。S_2 引起的心室激动波称为 V_2，逆行希氏束波及心房激动波分别称为 H_2、A_2。

第四节　经食管心脏电生理检查方法

食管法心脏电生理检查是一项无创伤性的诊断技术。该方法充分利用食管与心脏解剖关系密切的特点，将电极导管经鼻腔送入食管内，应用心脏刺激仪发放直流电脉冲，通过贴近心脏的食管电极对心房或心室进行调搏，以揭示某些心律失常的发生机制，诊断和治疗某些心律失常(图 1-5)。

一、仪器设备

1. 刺激仪　能够发放各种程控和非程控直流电脉冲。

2. 电极导管　用来记录或起搏的专用食管电极导管。

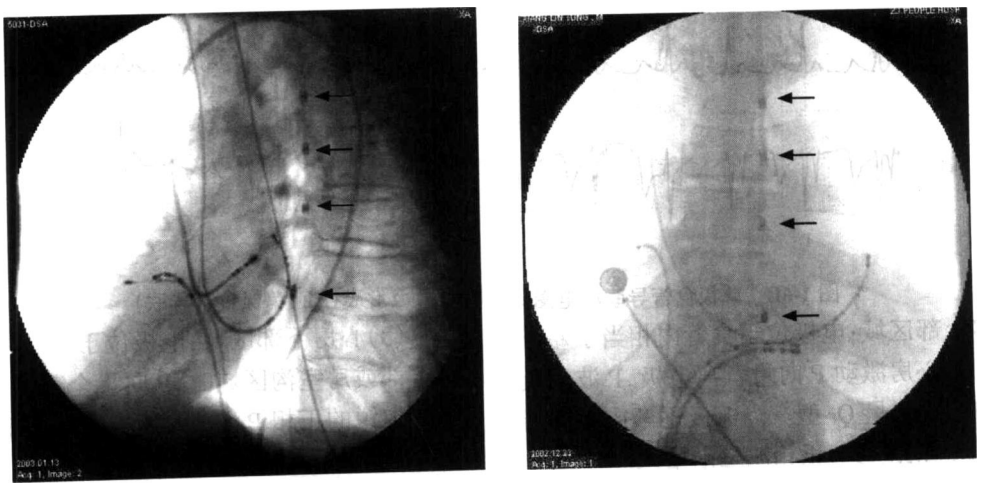
3. 记录仪　带示波器的心电图机或多导程控生理记录仪，有冻结、储存功能，可有效捕捉出现的心电生理现象。

二、操作方法

(一)放里食管电极导管

食管电极导管在使用前应用 2% 戊二醛等消毒液浸泡消毒 1h 以上。使用时在食管电极顶端涂些消毒石蜡油起润滑作用。将食管电极经一侧鼻孔缓慢插入到达咽部，此时病人会有恶心感，嘱病人做吞咽动作，电极导管一般能随着吞咽顺利进人食管内。通常食管电极放置深度为 35～40cm，此时电极位置相当于左心房水平。将电极尾端与心电图导联连接(常用 V_1 导联)后，上下略微调节电极导管，当记录到最大的负正双相或直立 P 波时表明此处最贴近左心房。

(二)测定起搏阈值



左前斜位　　后前位

图 1-5　食管电极导管与心脏关系 箭头所示为食管导管电极

以快于自身心率 10～20 次/分的频率刺激，同时逐步将起搏电压从低调高，直至心房被稳定起搏后的最低电压即为起搏阈值。进行电生理检查时，刺激电压应高于起搏阈值 2～5V，以保证全部有效

起搏心房。不同的患者在心房肌应激性不同、电极在食管内位置不同以及接触是否紧密等因素影响下,起搏阈值不尽相同,一般在 15～25V 之间。

(三)调节感知

将感知连接线的两端分别接在右下肢导联和右上肢或胸前导联后即可调节感知，以连接右下肢和胸前导联时感知灵敏度最强。

1. 感知灵敏度　刺激仪的电脉冲需感知 R 波或 P 波后经过一个延时间期再发放，以防电脉冲落入心脏不应期和易颤期，可保证刺激安全有效。将感知灵敏度的旋钮由低向高缓慢旋转，当听到刺激仪中发出的蜂鸣声与示波器上的心搏一致时表明已感知正常。对灵敏度的调节必须适中，灵敏度过高会误感知较小的干扰信号，灵敏度过低则无法有效感知心电信号，一般在感知正常后再将灵敏度调高一些，以保证能全部有效感知 R 波或 P 波。

2. 感知不应期　刺激仪在感知 R 波或 P 波信号后不再感知其他信号的一段时间称为感知不应期，感知不应期设置应大于 R-T 间期及小于 R-R 间期,通常设置在 0.3s,可防止仪器对 R 波之后 T 波的再感知。

三、刺激方法

食管法心脏电生理检查的刺激方法与心内电生理检查相同，只是刺激电极位于食管内。一般依据检查目的进行不同方法的刺激，例如：①单纯检测窦房结功能和房室交接区功能者可采用分级递增刺激，在测定窦房结恢复时间的同时检测房室交接区的阻滞点；②采用程控期前刺激法测定窦房结和房室交接区不应期，同时也可测出心房不应期；③对有阵发性室上性心动过速病史的患者需分别采用程控期前刺激负扫描和正扫描的方法测出诱发窗口以及终止窗口，对诱发失败者可试用阿托品等药物后重复刺激,以提高诱发成功率,完成标测后视情况采用猝发刺激、超速刺激或亚速刺激终止心动过速；④要了解及复制一些常见的心脏电生理现象,常采用心房分级递增刺激和不同基础周期长度的程控期前刺激进行扫描,必要时加用第 2 次期前刺激(S_3)或第 3 次期前刺激(S_4)。

四、波形命名及各间期临床意义

(一)食管导联心电图

1. 单极食管导联　将心电图胸前导联与食管电极尾端电极相连接，录得的即为单极食管导联心电图,因简单方便,在临床上最常用。根据导管电极在食管内的深度不同,通常分为四个区域,窦性心律时可记录到不同形态的单极食管导联心电图形，以 P 波变化最显著(图 1-6)。

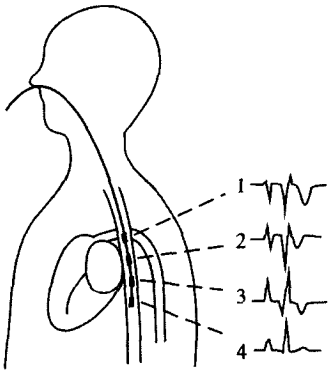


图 1-6A　食管导联示意图



图 1-6B　单极食管导联心电图 4个区域 P波形态(EU单极食管导联)

(1)心房上部区域：电极位于食管内相当于左心房上部区域时,心房激动 P 向量背离电极,P 波以负相波为主,QRS 波群呈 Qr 型。当电极逐渐向下移行时,P 波负相波逐渐减少，正相波逐渐增大。

(2)心房中部区域：电极位于食管内相当于左心房中部区域时，P 向量先面对电极，然后背离电极，形成尖锐的正负双相 P 波，QRS 波群形态变化不大。

(3)心房下部区域：电极位于食管内相当于左心房下部或房室沟区域时,P 向量全部面对电极,形成高大尖锐的正相 P 波,负相波很小或消失,QRS 波群呈 QR 型或 qR 型。

(4)心室上部区域：电极位于相当于左心室上部的区域,P 波正相圆钝，振幅明显减小。QRS 波群呈 qR 型或 R 型。

食管法心脏电生理检查时，常根据 P 波形态进

行导管电极定位,以 P 波呈正负双相或高大直立时为最佳定位点。

2. 双极食管导联 将某肢体导联（例如Ⅱ导联）的正、负极分别用连接线与一对食管导管尾端电极相连接，或者将正极与食管导管尾端电极某一极相连接,记录到的即是双极食管导联心电图。具有 P 波明显高大、振幅接近或高于 QRS 波群的特点，适用于普通心电图机记录双极食管导联心电图。与单极食管导联一样，记录双极食管导联心电图时电极在食管内的位置与 P 波振幅明显相关,当一对电极贴近左心房时 P 波振幅最高,在心律失常时可以清楚地显示出异位或逆行 P⁻波。

3. 滤波双极食管导联 采用多导电生理记录仪，生物电放大器按照心内法参数要求进行滤波双极食管导联记录。一对电极均位于食管贴近心房部位时，记录到的是相当于心房局部电活动的波形,P 波形态呈正负正三相或正负双相（图例 1-1）。具有起止明确、振幅明显高于 QRS 波、基线稳定的特点，能清楚地显示出埋藏在 QRS 波群中的 P 波,尤其在宽 QRS 波群心动过速的鉴别诊断中优于单极食管导联心电图。

（二）波形命名

基础刺激 S_1 引起的 P 波和 QRS 波群分别称为 P_1 波和 R_1 波。期前刺激 S_2 引起的 P 波和 QRS 波群分别称为 P_2 波和 R_2 波群,S_3、S_4 引起的 P 波和 QRS 波群分别依此类推命名。

（三）S-P 间期

从 S 波起始测量到 P 波起始为 S-P 间期。心内电生理检查时 S-A 间期代表着起搏电极局部心房肌至记录电极所在心房肌的传导时限，食管法电生理检查因起搏电极在食管内，其意义与心内法不同。在测定心脏不应期时测量 P_1-P_2 间期更能反映实际的心房激动情况。

（四）S-R 间期

从 S 波起始测量到 QRS 波群起始为 S-R 间期，代表房室传导时间。因 S 波起始明确,在食管法心脏电生理检查时一般采用 S 波代表心房激动，如果 S 波后有清楚的 P 波,从 P 波起始开始测量房室传导时间能减小误差。

（五）S_1-R_1 间期

代表基础刺激时的房室传导时间，从 S_1 波起始测量到 R_1 波群起始。

（六）S_2-R_2 间期

代表 S_2 期前刺激时的房室传导时间，从 S_2 波起始测量到 R_2 波群起始。

五、临床应用范围

(1)利用 P 波高尖不易被其他波形掩盖的特点来了解心房激动顺序以及分析诊断某些复杂心律失常。

(2) 测定心脏各部位的前向不应期以及传导特性。

(3)测定窦房结功能、辅助确定有无病态窦房结综合征。

(4)评价房室交界区传导功能及起搏功能。

(5)揭示房室结双径路、多径路以及引起的多种心律失常。

(6)了解预激综合征旁道电生理特性及检测多发性旁道。

(7)诱发阵发性室上性心动过速，阐明形成机制及区分类型。

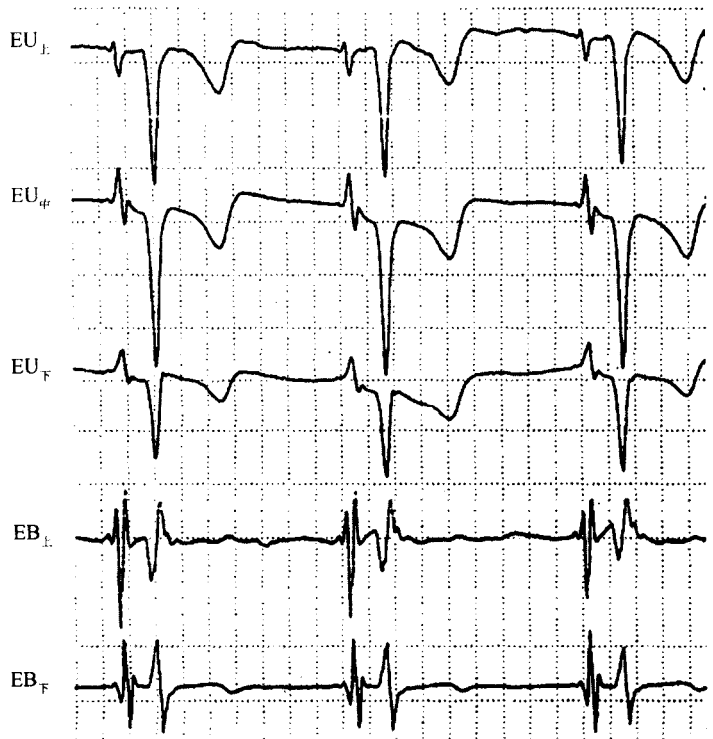
(8)终止折返性室上性心动过速或抑制触发性心律失常。

(9)复制研究一些心脏电生理现象。

(10) 射频导管消融术治疗快速性心律失常前筛选患者以及术后评估疗效。

第五节　心脏电生理检查常用刺激方法图例

图例 1-1　正常食管导联心电图



【临床资料】

患者男性，28岁。临床诊断：胸闷待查。

【电生理特征与分析】

图例 1-1 为食管不同部位的单极食管导联与双极食管导联同步记录心电图。

$EU_{上}$ 为单极食管导联电极位于相当于左心房上部的区域，P波正负双相，以负相波为主。

EU中为单极食管导联电极位于相当于左心房中部的区域，形成尖锐的正负双相 P波。

EU下为单极食管导联电极位于相当于左心房下部的区域，形成高大尖锐的正相 P波。

$EB_{上}$ 为滤波双极食管导联，一对电极位于左心房上部区域，P波呈正负正三相型， P波振幅高于QRS波群

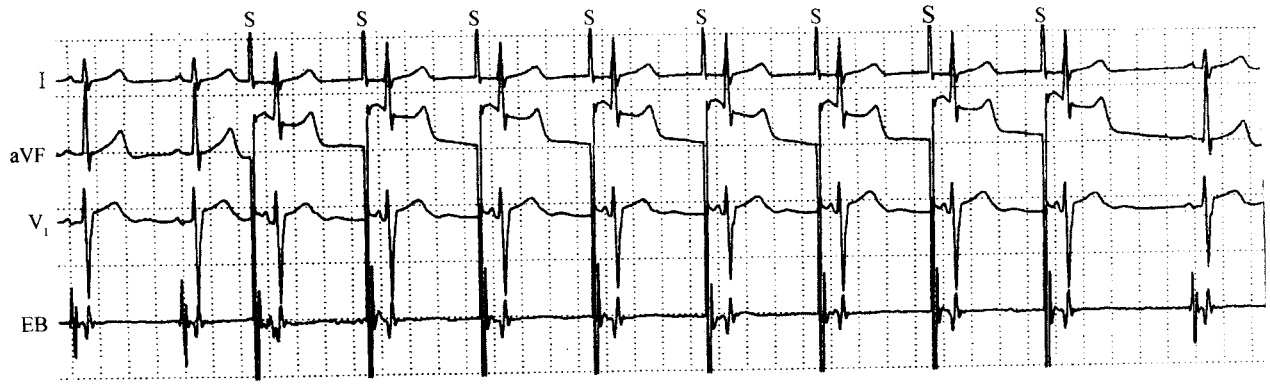
$EB_{下}$ 为滤波双极食管导联，一对电极位于左心房下部区域，P波呈负正负正多相型。

本图可见无论单极食管导联还是双极食管导联的P波，振幅均明显高于体表导联。尤其双极食管导联的 P波振幅高于 QRS 波群，不易被 QRS波群掩盖，可显著提高分析心律失常的水平(纸速 50mm/s)。

【电生理诊断】

①窦性心律；②正常食管导联心电图。

图例 1-2　经食管心房非程控 S_1S_1 刺激



【临床资料】

患者男性，36 岁。临床诊断：胸闷待查。

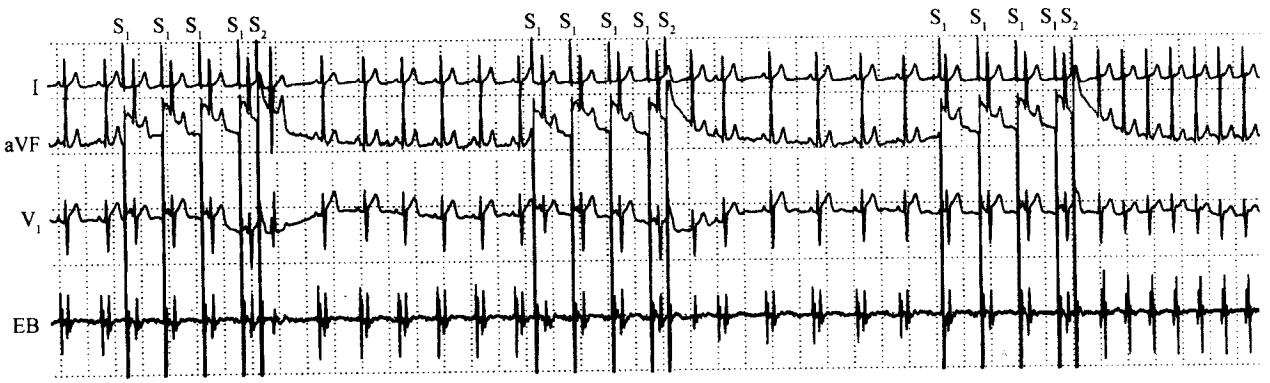
【电生理特征与分析】

图示窦性心律时 P 波与 QRS 波群形态正常，经食管发放 8 次频率 75 次／分的心房 S_1S_1 刺激，见每次刺激波（S 波）后均紧跟 P 波与 QRS 波群，表明电刺激稳定起搏心房形成 P 波，并经房室结－希浦系统下传至心室产生正常 QRS 波群。刺激结束后的代偿间期略长于窦性周期，表明心房刺激激动同时侵入窦房结，形成不完全性代偿间期（纸速 25mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律 ②经食管心房非程控 S_1S_1 刺激。

图例 1-3　经食管心房 S_1S_2 程控期前刺激



【临床资料】

患者男性，56 岁。临床诊断：阵发性室上性心动过速。

【电生理特征与分析】

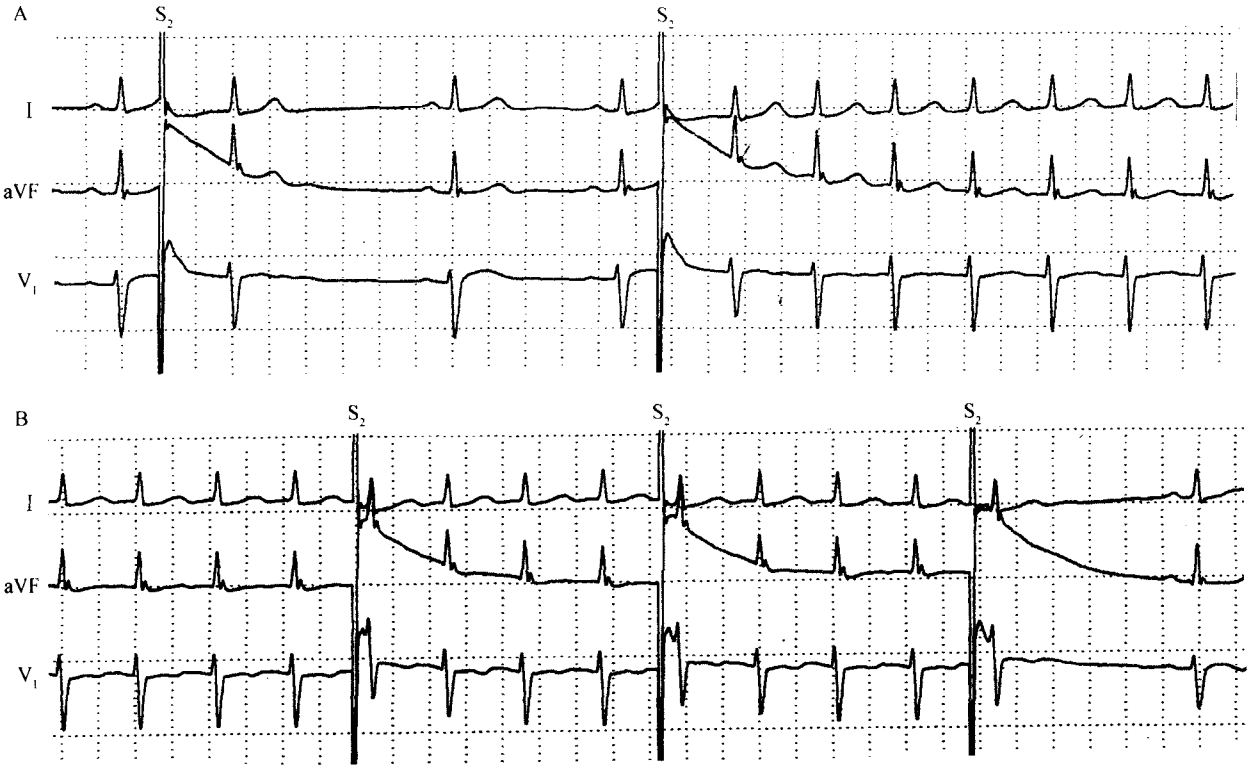
图示基础刺激周长 600ms 时的心房程控 S_1S_2 4:1刺激，每 4 个 S_1 刺激后紧跟了一个 S_2 期前刺激，S_1S_2 间期每隔 10ms 进行一次负扫描，每组 S_1S_2 间隔 5s。可见到第 1 次 S_2 后的 S_2-R_2 间期较短，R_2 波群呈右束支传导阻滞图形 第 2 次 S_2-R_2 间期突然明显延长，R_2 波群形态恢复正常，显示出房室结双径路传导的电生理特征 第 3 次 S_2 后诱发出慢－快型房室结折返性心动过速（纸速：10mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律 ②房室结双径路；③经食管心房 S_1S_2 程控期前刺激诱发慢－快型房室结折返性心动过速。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图例 1-4　经食管心房 RS_2 程控期前刺激



【临床资料】

患者女性，30 岁。临床诊断：阵发性室上性心动过速。

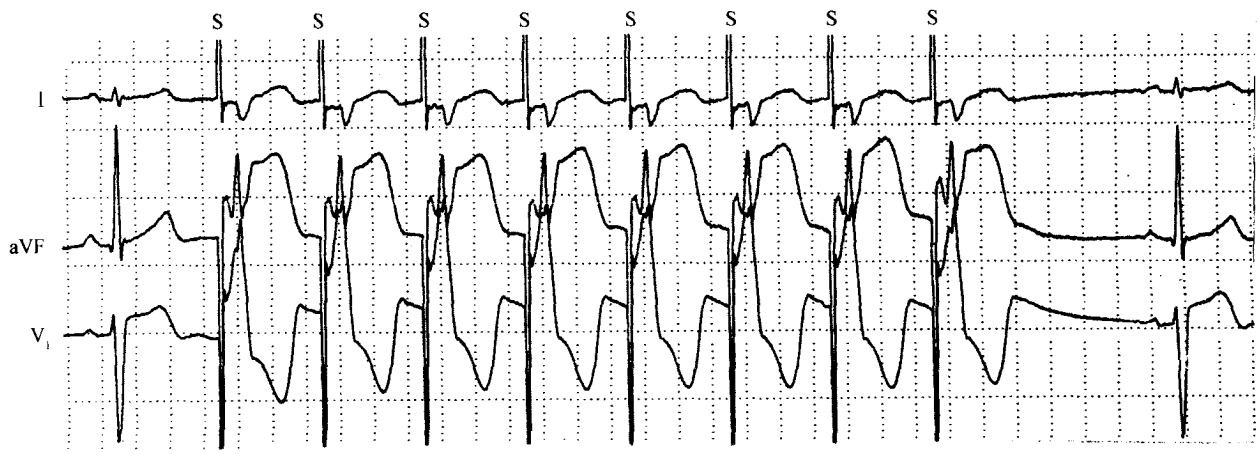
【电生理特征与分析】

图示窦性心律时 P-R 间期 0.16s，QRS 波群形态正常。图 A 采用 R 波触发 S_2 期前刺激，第 1 次 R-S_2 间期 200ms，S_2-R_2 间期延长至 360ms。第 2 次 R-S_2 间期 190ms，S_2-R_2 间期进一步延长至 400ms，随后诱发出慢－快型房室结折返性心动过速。图 B 示心动过速时发放 3 次 RS_2 刺激，R-S_2 间期分别为 300ms、290ms、280ms。前两次 S_2 落在 QRS 波群起始处，未能终止心动过速。第 3 次 S_2 波进一步提前并夺获心房后，终止了慢－快型房室结折返性心动过速（纸速 25mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律；②房室结双径路；③经食管心房 RS_2 程控期前刺激诱发及终止慢－快型房室结折返性心动过速。

图例 1-5　经食管起搏心室



【临床资料】

患者男性，22岁。临床诊断：心悸待查。

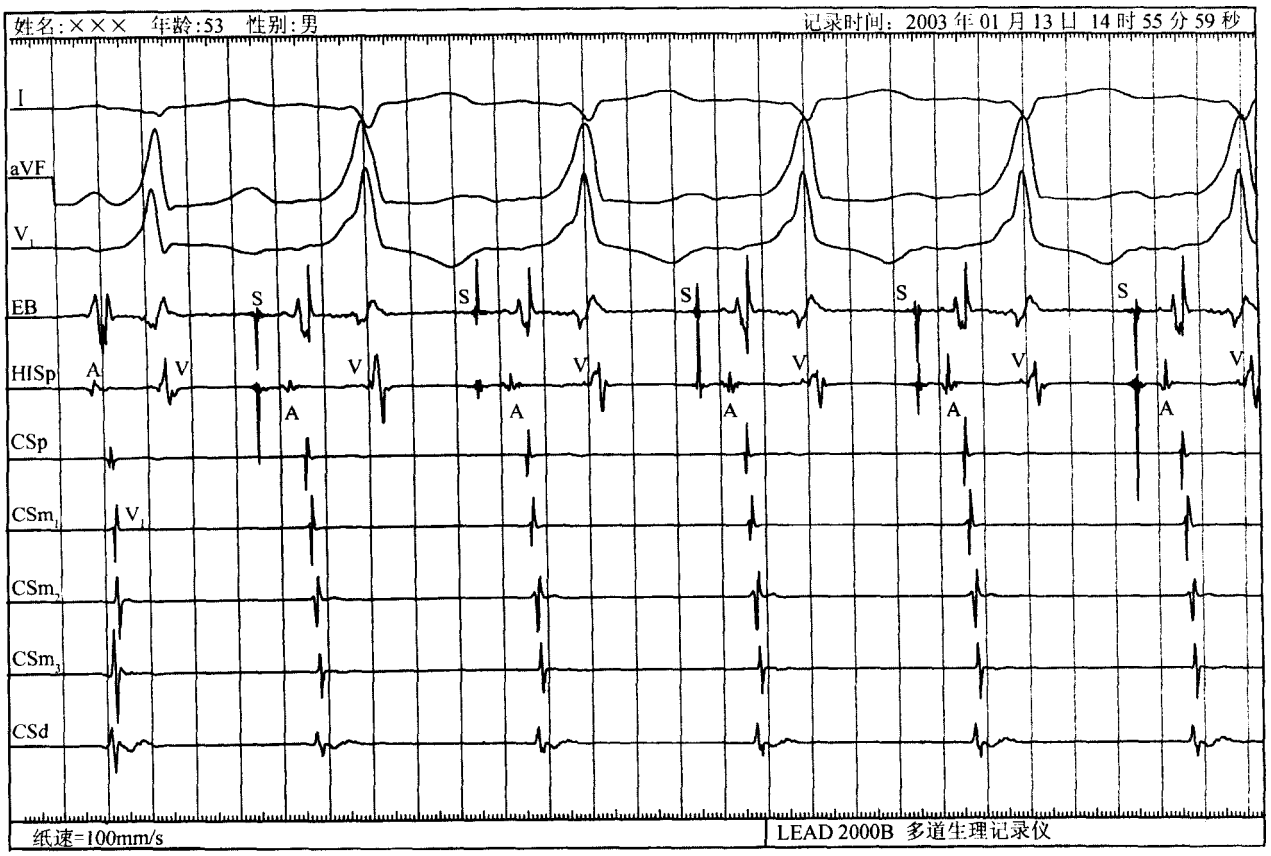
【电生理特征与分析】

图示窦性心律时 P-R 间期 0.16s，QRS 波群形态正常。经食管给予频率为 100 次／分的心室起搏刺激，可见每一次刺激波（S 波）稳定起搏心室，S 波后均紧跟呈右束支阻滞型的宽大畸形 QRS 波群，表明经食管心室刺激先激动左心室（纸速：25mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律；②经食管起搏心室。

图例 1-6 右心房非程控 S_1S_1 刺激



【临床资料】

患者男性，53岁。临床诊断 预激综合征，阵发性室上性心动过速。

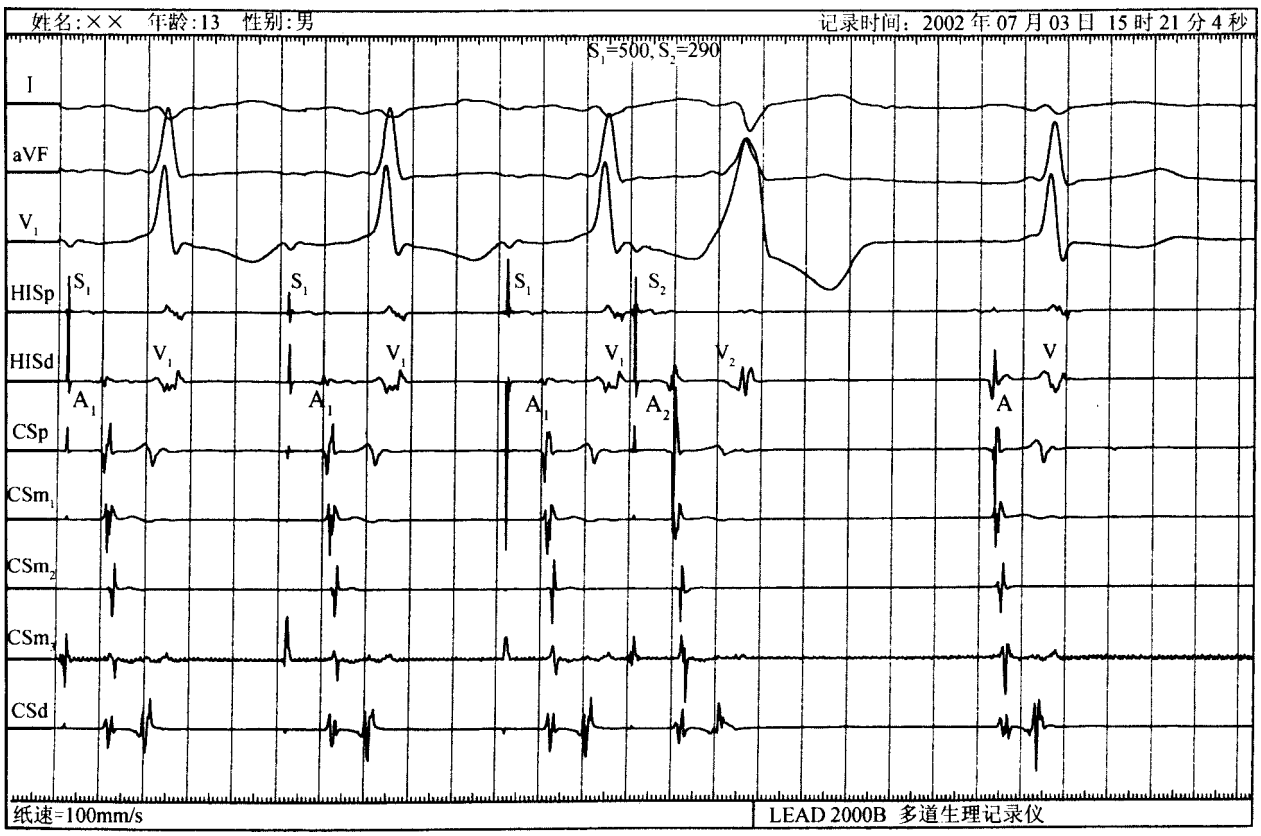
【电生理特征与分析】

图示起搏电极导管放置在高位右心房，发放频率为 100 次／分的 S_1S_1 刺激脉冲。第 1 次 P-QRS 波群为窦性心搏，心电图表现为 A 型预激综合征，最早 A 波出现在希氏束电图，随后为食管导联（EB）以及冠状窦电极，冠状窦远端（CSd）中出现 A 波 V 波融合。表明窦性心律时右心房先激动，左心房后激动，随后心房激动沿左侧房室旁道前传至心室。心腔内电图中每次刺激波（S 波）后均紧跟心房 A 波，心电图中预激图形增大，表明随着心房频率的增快，激动沿旁道前传的成分增多。食管导联中 P 波与冠状窦 A 波同时出现，证实食管导联电极记录到的 P 波是左心房电位（纸速：100mm/s，在图的左下方注明，以下同）。

【电生理诊断】

①窦性心律；②预激综合征；③右心房非程控 S_1S_1 刺激。

图例 1-7　右心房 S_1S_2 程控期前刺激



【临床资料】

患者男性，13 岁。临床诊断 预激综合征，阵发性室上性心动过速。

【电生理特征与分析】

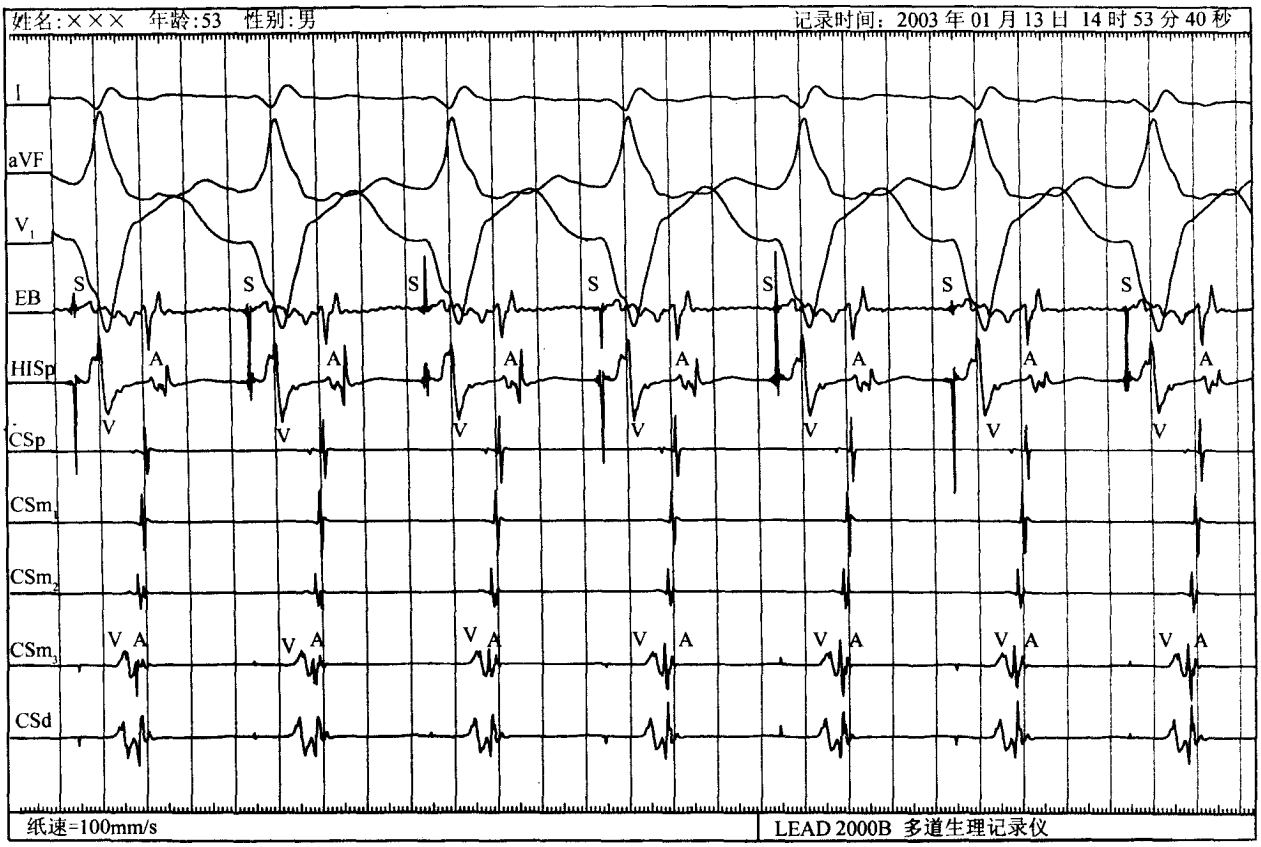
图示起搏电极导管放置在高位右心房，进行基础周长 500ms，心房程控期前刺激 S_1S_2 290ms 时记录，见刺激波（S 波）均稳定起搏心房，A 波最早出现在希氏束近端（HISp），随后依次为希氏束远端（HISd）、冠状窦近端（CSp）、冠状窦中端各部（$CSm_{1\sim3}$）、冠状窦远端（CSd）。冠状窦各部位 V 波比希氏束部早出现，CSm_1 和 CSm_2 中出现的 A 波与 V 波几乎融合，表明该处为旁道所在部位。体表心电图中 QRS 波群表现出 A 型预激图形，A_2 波后的 R_2 波群显著宽大畸形呈现出完全预激图形，系房室结－希浦系统已进入不应期，心房激动沿房室旁道顺传至心室引起。

窦性心律时（最后一次心搏）心电图表现为 A 型预激图形，房室激动顺序与心房起搏时相同（纸速 100mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律；②预激综合征；③右心房 S_1S_2 程控期前刺激。

图例 1-8　右心室 S_1S_1 非程控刺激



【临床资料】

患者男性，53 岁。临床诊断 预激综合征，阵发性室上性心动过速。

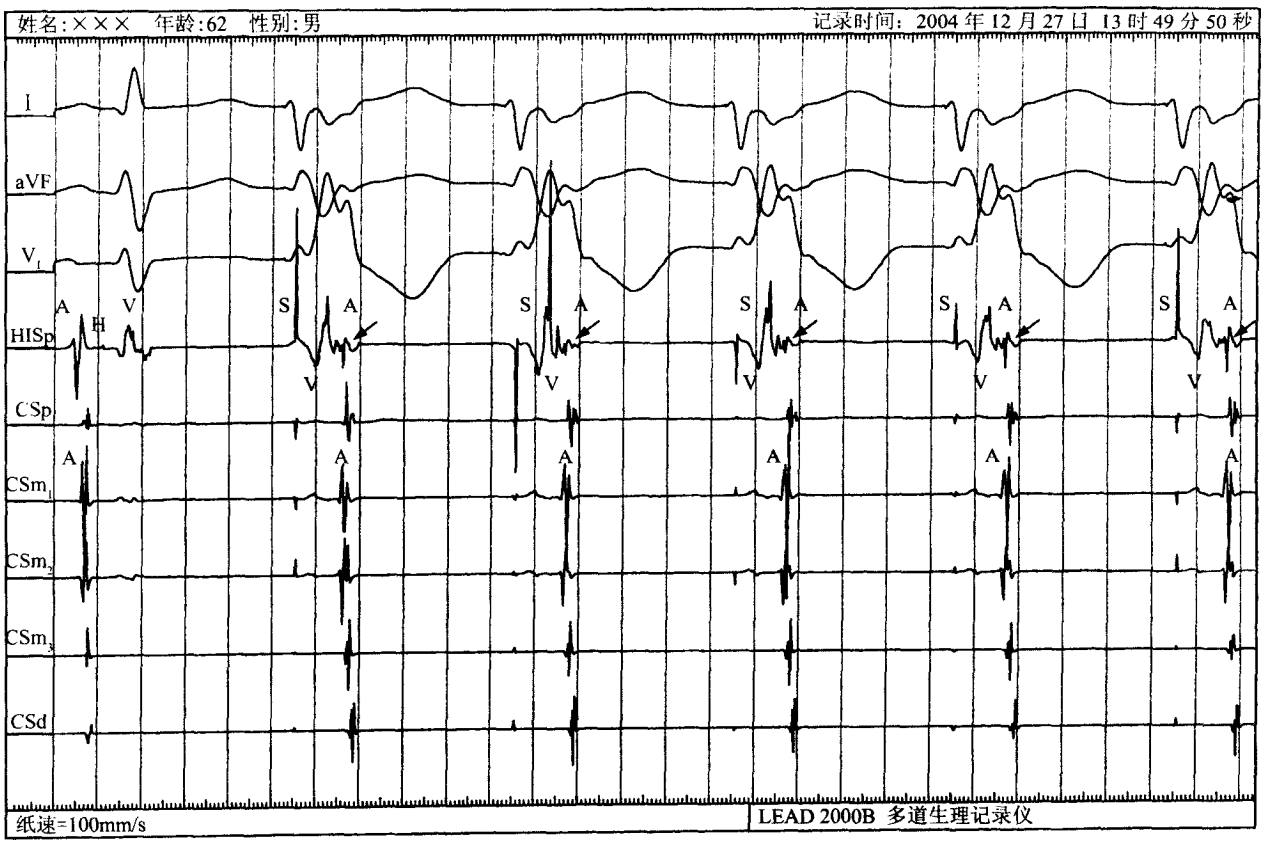
【电生理特征与分析】

图示起搏电极导管放置在右心室发放频率为 150 次／分的电脉冲刺激，见刺激波(S 波)后紧跟呈左束支阻滞图形的宽大畸形 QRS 波群，表明已完全起搏右心室。心腔内电图中每次 V 波后均紧跟逆行 A 波，最早的 A 波出现在冠状窦 CSm_3 中，最迟 A 波在希氏束电图中出现，说明心室激动沿左侧房室旁道逆行传导至左心房，然后传至右心房。此外，食管导联(EB)中逆行 P 波与冠状窦近端逆行 A 波同时出现，也证实食管导联电极记录到的 P 波确是左心房电位(纸速：100mm/s)。

【电生理诊断】

①预激综合征；②右心室起搏；③房室旁道逆行传导性心房激动。

图例 1-9　左心室 S_1S_1非程控刺激



【临床资料】

患者男性62岁。临床诊断：阵发性室上性心动过速。

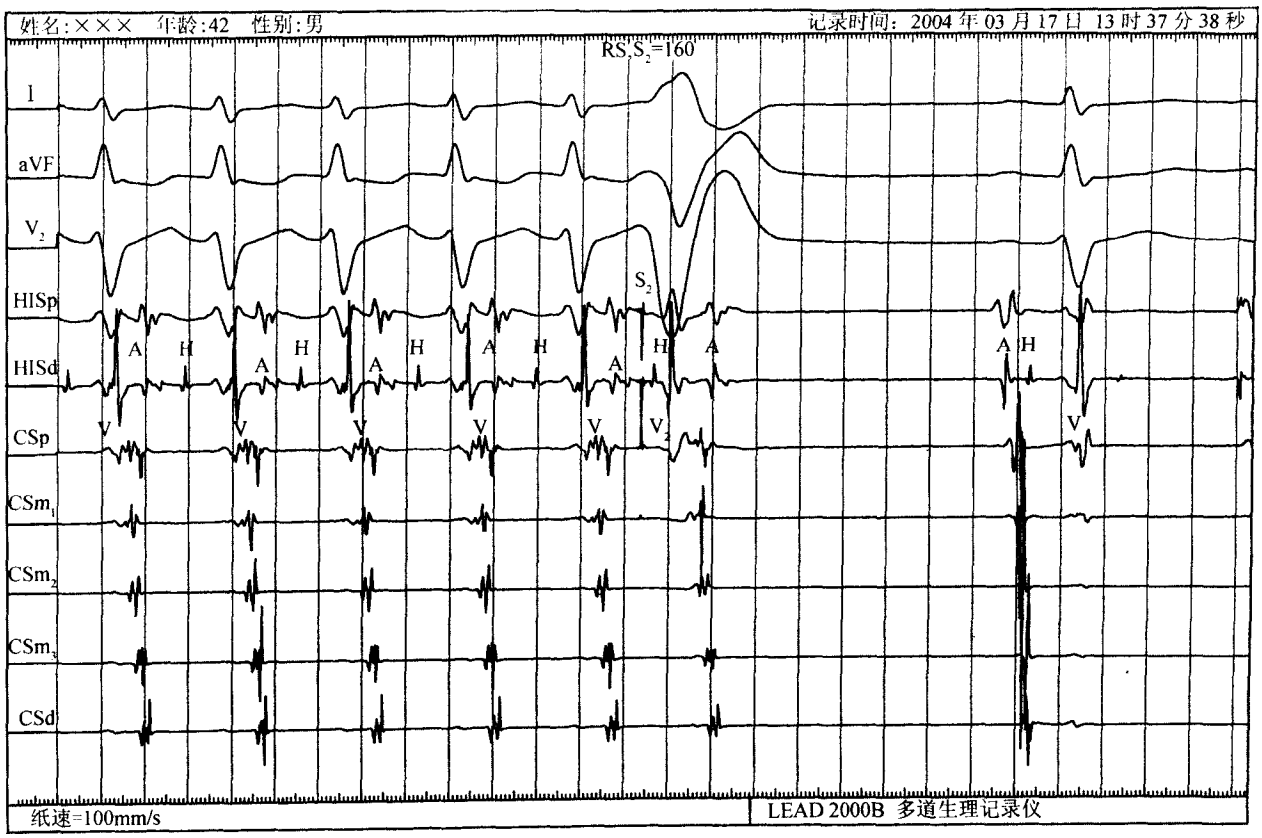
【电生理特征与分析】

图示第 1 次 P-QRS 波群为窦性心搏,心腔内心房激动的 A 波最早出现在希氏束电图中，然后为冠状静脉窦电图中各部位（ CSp、CSm_1、CSm_2、CSm_3 及 CSd)。希氏束电图中 A波与心室激动 V波间可见希氏束激动 H波，心脏激动顺序及各间期正常。起搏电极导管放置在左心室,发放电脉冲后,从第 2 次心搏开始可见频率为 100 次／分的刺激波(S 波),其后紧跟呈右束支传导阻滞图形的宽大畸形 QRS 波群,并见逆行 A 波,最早逆行 A 波出现在希氏束(箭头处),随后为冠状静脉窦各部位,心室激动沿希浦系统－房室结逆行传导至心房（纸速:100mm/s)。

【电生理诊断】

①窦性心律 ②左心室起搏电图;③室房逆行传导。

图例 1-10　RS_2 法程控期前刺激终止顺向型房室折返性心动过速



【临床资料】

患者男性，42 岁。临床诊断 预激综合征，阵发性室上性心动过速。

【电生理特征与分析】

图示心动过速发作时记录，见 QRS 波群形态正常，R-R 间期 270ms，心率 220 次／分。心腔内最早逆行 A 波出现在冠状窦电图 CSm_1 与 CSm_2 中，A 波与 V 波融合在一起，然后 A 波分别出现在 CSm_3、CSmd、CSp 以及希氏束电图 HIS 中。HISd 在 A 波与 V 波间可见呈负正双相的希氏束电位 H 波，表明心动过速为折返激动沿旁道逆向传导，从房室结－希浦系统顺向传导的房室折返性心动过速。第 5 次 QRS 波群后发放了一次心室提前刺激，宽大畸形 QRS 波群后仍见逆行 A 波，但 A 波后的 H 波与 V 波消失，说明折返激动在房室结内发生传导阻滞后终止了心动过速。最后一次窦性心搏的最早 A 波出现在 HISp，随后分别为 HISd、CSp、CSm_1、CSm_2、CSm_3、CSd。HISd 中 A-H 间期 80ms，H-V 间期 60ms（纸速：100mm/s）。

【电生理诊断】

①窦性心律；②隐匿性预激综合征；③顺向性房室折返性心动过速；④RS_2 刺激终止心动过速。

（吴立萱　屈百鸣　李忠杰　王慧）

需要全本请访问 www.ertongbook.com