



# 第 2 章

## 心电图正常测值



### 1

#### 窦性 P 波

窦房结自身的电活动非常微弱，心电图机无法记录，因此第一个心电图波是窦性 P 波，它是由窦房结发放电冲动，传导至心房后，引起心房除极产生的心电图波。心电图波的解析包括三部分内容，即形态、时限和振幅，初学者无需畏惧众多的心电图参数，通过日积月累的阅读和训练，这些参数都会被您“无意”中记忆得滚瓜烂熟，即熟能生巧。



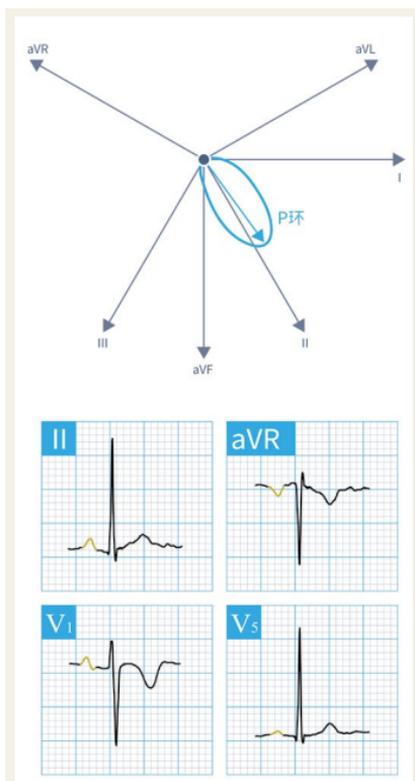


图 2-1 额面 P 环和心电图 P 波

上图. 正常空间 P 环朝向左、下和后方, 额面最大 P 向量 (蓝色箭头) 位于左下方, 平行于 II 导联轴, 因此 II 导联轴的 P 波振幅通常最高。下图. 图示四个导联的正常窦性 P 波, II 导联 P 波直立, aVR 导联 P 波倒置, V<sub>1</sub> 导联 P 波正负双相, V<sub>5</sub> 导联 P 波直立。P 波均用草黄色标记

窦性冲动激动心产生心电图的窦性 P 波, 多数导联的窦性 P 波呈低矮、圆钝形态且为正相波, 少数导联为正负双相波,

aVR 导联为负相波。

## 极性

窦房结位于右心房和上腔静脉的交界处, 窦性冲动传导至心房后, 先激动右心房, 然后通过房间传导束激动左心房, 因而整体心房除极的顺序由右向左、由上向下、由前向后 (右心房位于前方, 左心房位于后方), 总的除极方向朝向左、下、偏后, 朝向 II 导联轴, 背离 aVR 导联轴, 所以 P 波在 II、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub> 导联直立; aVR 导联倒置; III、aVL、V<sub>1</sub>-V<sub>2</sub> 导联可直立、低平、倒置; I、aVF 导联可直立、低平 (图 2-1)。

## 时限

12 导联心电图上, P 波时限是指最早 P 波起点至最晚 P 波结束点的时间间期, 代表右心房除极开始至左心房游离壁除极结束。P 波时限可人为分为三部分: P 波的前部代表右心房除极, 中间部分



12 导联心电图上, 根据各导联 P 波的极性判读是否为窦性 P 波, 建议至少阅读 50 份正常心电图, 掌握窦性 P 波的特征。



代表部分右心房、房间隔和部分左心房同时除极，后部代表左心房除极。正常P波时限 $\leq 110\text{ms}$ 。

### ■ 振幅

P波振幅的正常标准：  
肢体导联 $< 2.5\text{mm}$ ，胸导联 $< 1.5\text{mm}$ 。

P波振幅 $< 1\text{mm}$ 称为低振幅P波，大部分无临床意义。

### ■ $V_1$ 导联P波终末电势

正常情况下，一些受检者的 $V_1$ 导联P波呈正负双相，负相部分的振幅（mm）和时间（s）的乘积称为 $V_1$ 导联P波终末电势（P wave terminal force- $V_1$ ，缩写为 $P_{\text{tf}V_1}$ ，图2-2）。正常情况下， $P_{\text{tf}V_1}$ 的绝对值应 $< 0.04\text{mm} \cdot \text{s}$ 。

## 2

### Ta波

Ta波为心房复极波。相同导联中，正常Ta波的极性与P波方向相反，振

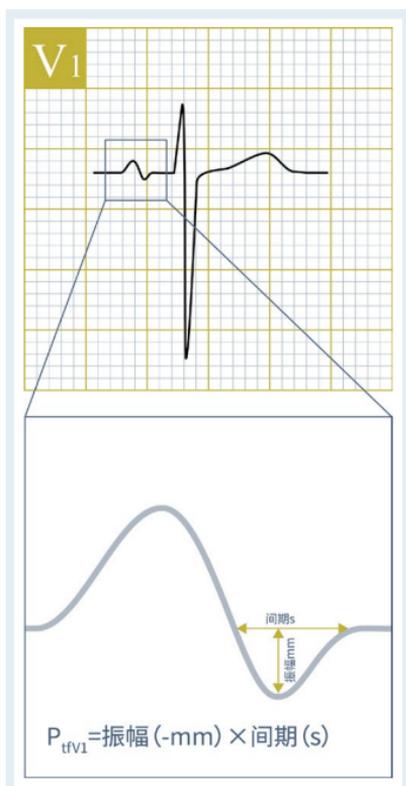


图2-2  $P_{\text{tf}V_1}$ 的计算实例

$P_{\text{tf}V_1}$ 是 $V_1$ 导联P波负相部分的振幅（mm）和时间（s）乘积，本例振幅 $-0.5\text{mm}$ ，时间 $0.03\text{s}$ ，乘积 $-0.015\text{mm} \cdot \text{s}$

幅很低，常重叠在PR段、QRS波或ST段中，不易识别，不是常规心电图的判读指标。完全性房室阻滞时，当P波与QRS波相距较远后，偶可辨认出低振幅的Ta波。

心电图上，Ta波时限

$P_{\text{tf}V_1}$ 的计算公式中，振幅为负值，因此乘积最终为负值，为避免歧义，建议采用绝对值判读大小。



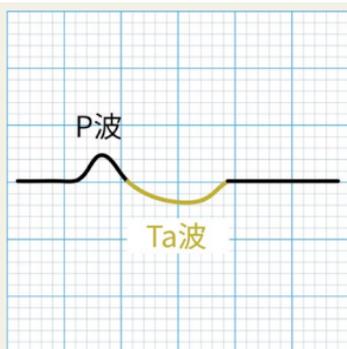


图 2-3 Ta 波

图像处理 QRS 波和 T 波之后，可见原本隐藏的 Ta 波（草黄色标记部分）

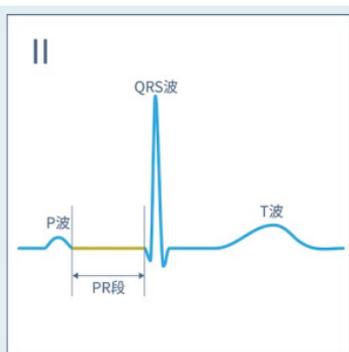


图 2-4 PR 段

正常情况下，PR 段位于基线

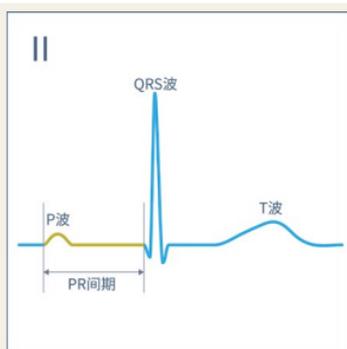


图 2-5 PR 间期

PR 间期包含 P 波和 PR 段间期

是 P 波时限的 2 ~ 3 倍，平均 320ms，在 P 波结束后出现，振幅 0.5 ~ 1mm（图 2-3）。

P 波时限和 Ta 波时限称为 P-Ta 间期，代表心房的除极和复极总时间，类似心室的 QT 间期。P-Ta 间期与心率有关，心率越快，P-Ta 间期越短。

## 3

## PR 段

P 波终点至 QRS 波起点之间的心电线段称为 PR 段，代表心房激动到达房室交界区，先后通过房室结、希氏束、左右束支和浦肯野纤维，心室开始除极前的传导时间。房室交界区和传导束的电活动微弱，体表心电图无法记录之，正常情况下 PR 段表现为等电位线（图 2-4）。

PR 段紧随 P 波后，心房复极波会影响 PR 段，导致 PR 段发生轻微偏移，通常下移不超过 0.8mm，上抬不超过 0.5mm。



房室交界区的传导延缓是一种生理性的传导延搁，因为 PR 段正好处于心室舒张期，心室良好的充盈需要一定的时间保证。



## 4 PR 间期

PR 间期是指 P 波起始点至 QRS 波起始点的时间间期，包含 P 波激动时间和 PR 段时间（图 2-5）。成人 PR 间期的正常范围为 120 ~ 200ms，小于 14 岁的儿童 PR 间期为 110 ~ 180ms；部分孕妇 PR 间期可短至 100ms。PR 间期随心率改变而变化，心率越快，PR 间期越短；反之亦反。

## 5 QRS 波群

QRS 波群大部分为多组分波，有时也只有一个组分，系统命名法如下：第一个负相波称为 Q 波，Q 波之后的第一个正相波称为 R 波，R 波之后的第一个负相波称为 S 波；如果仅有负相波称为 QS 波；在 S 波之后出现的第二个正相波，称为 R' 波；如果在 R' 波之后还有负相波，称为 S' 波，依次类推，

可有 R''、S'' 波等（图 2-6）。QRS 波群振幅小

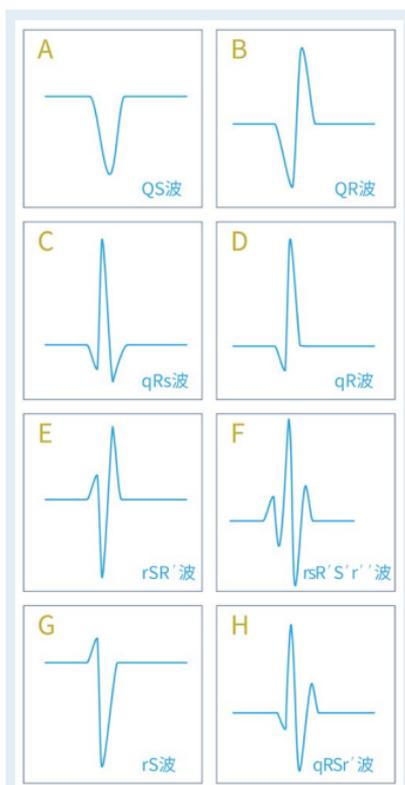


图 2-6 QRS 波群的命名

心电图基线又称为等电位线。凡是位于基线之上的波形为正相波，凡是位于基线之下的波形为负相波。观察 QRS 波群，如果无正相波，表现为一个大 Q 波，习惯称为 QS 波；如果有正相波，第一个正相波称为 R 波，R 波之前的负相波称为 Q 波，R 波之后的负相波称为 S 波。如果有第二个正相波，第三个正相波，分别称为 R'、R'' 波，依此类推；如果多个 R 波之后反复出现负相波，依次称为 S'、S'' 波，依此类推；无论如何，只能有一个 Q 波

有些 QRS 波群的振幅极其微小，心电图阅读者可以借助放大镜或振幅加倍观察。



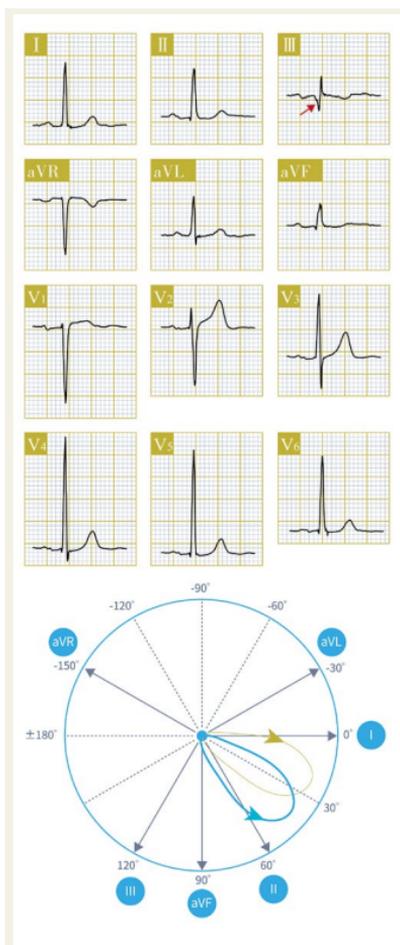


图 2-7 Ⅲ 导联生理性 Q 波

多数个体的额面 QRS 环朝向左下方运行（蓝色向量环），初始向量投影在 aVR 导联轴负侧，QRS 波呈 Qr、QS 和 QR 形，其余各导联 Q 波时限不应超过 40ms。一些个体的额面 QRS 环初始部位于  $-30^{\circ} \sim 30^{\circ}$  狭窄的左上与左下范围（草黄色向量环），初始向量投影在 Ⅲ 导联轴的负侧，Ⅲ 导联呈 QR 形，Q 波时限可超过 40ms，aVF 导联 Q 波时限临界，但 Ⅱ 导联 Q 波时限不应超过 40ms。强调的是，老年人 Ⅲ 导联的生理性 Q 波极易误诊为陈旧性下壁心肌梗死，需要通过询问病史、参考 Ⅱ 和 aVF 导联 Q 波形态、比较既往心电图等综合判读

于 5mm 的波写为小写字母 q、r 和 s，大于 5mm 的波写为大写字母 Q、R 和 S。

## ■ 时限

QRS 波是右心室和左心室除极的心电图反映。除 aVR 导联正常 QRS 波可呈 QR、QS 和 Qr 形，Q 波时限超过 40ms 外，其余各导联中 Q 波时间不超过 40ms，QRS 时限不超过 110ms（图 2-7）。

## ■ 振幅

不同导联的 QRS 波振幅的正常值范围不同（表 2-1）。QRS 波振幅与年龄、性别、种族、体型、体位等因素有关，短期内随访心电图时应在相同体位采集心电图。

正常 Q 波的振幅小于同导联 R 波振幅的 1/4，深度不超过 3mm；在右胸导联中，正常成人不应出现 Q 波。

正常情况下，R 波的振幅在 aVL 导联  $<12\text{mm}$ ，I 导联  $<15\text{mm}$ ，aVR 导联

Ⅱ、Ⅲ 和 aVF 导联是最容易出现生理性 Q 波的导联组，有时需要和陈旧性心肌梗死鉴别，特别是老年受检者，通常 Ⅱ 导联 Q 波时限正常。



<5mm, II 导联 <25mm, aVF 导联 <20mm, III 导联 <15mm; 胸导联中, V<sub>1</sub> 导联 R 波振幅最小, 不超过 10mm, V<sub>5</sub> 导联 R 波振幅最高, 不超过 25mm。

正常 S 波的振幅在 III 导联不超过 15mm, V<sub>2</sub> 导联 S 波最深, 但应在 30mm 之内。

## 6

### J 点和 PJ 间期

QRS 波终末部和 ST 段初始部的交界处称为 J 点, 代表心室除极完毕, 复极开始的瞬间, 心内膜和心外膜存在微弱电势差, J 点通常位于基线。正常 J 点上下偏移不应超过 1mm (图 2-8)。

PJ 间期是指 P 波起始部至 QRS 波终末部之间的时间间期, 代表心房开始除极至心室除极结束。PJ 间期 <270ms。一度房室阻滞、束支阻滞、非特异性室内传导障碍等情况时, PJ 间期延长。

表 2-1 正常 QRS 测值	
Q 波	时限 <40ms, 振幅 < 同导联 R 波振幅 1/4
R 波	
I 导联	<15mm
II 导联	<25mm
III 导联	<15mm
aVR 导联	<5mm
aVL 导联	<12mm
aVF 导联	<20mm
V <sub>1</sub> 导联	<10mm
V <sub>5</sub> 导联	<25mm
S 波	
III 导联	<15mm
V <sub>1</sub> 导联	<30mm
V <sub>2</sub> 导联	<30mm
QRS 时限	<110ms

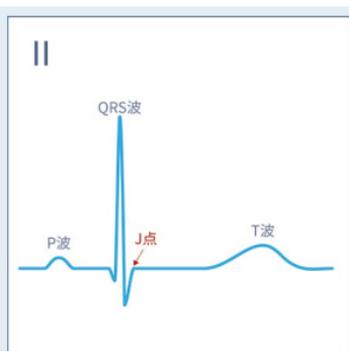


图 2-8 J 点

J 点是 QRS 波和 ST 段的交界点

记住 II 导联 R 波正常振幅 25mm, 减少 5mm 即为 aVF 导联正常振幅, 再减少 5mm 即为 III 导联正常振幅。



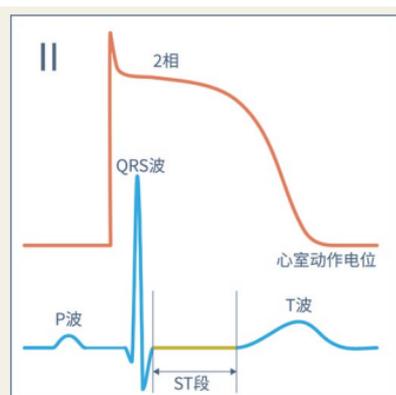


图 2-9 ST 段

心电图的 ST 段代表心室复极初期，相当于心肌动作电位的 2 相平台期，此期进出心肌细胞的电流保持平衡，膜电位相对恒定，ST 段稳定于基线

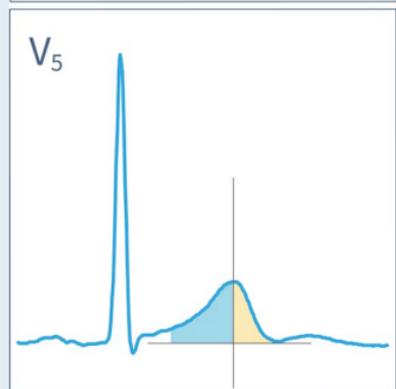
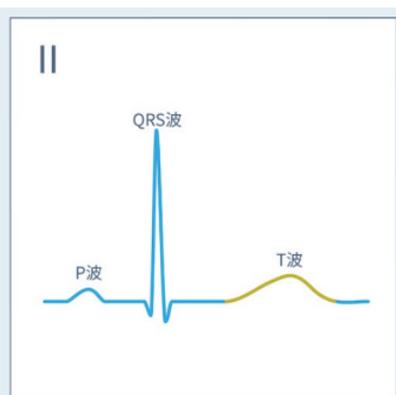


图 2-10 T 波

正常 T 波形态是不对称的

## 7

## ST 段

QRS 波终末部到 T 波起始部称为 ST 段，代表心室缓慢复极期，相当于心肌细胞动作电位的 2 相平台期（图 2-9）。

Ta 波常在 QRS 波后 60 ~ 80ms 处结束，建议在 J 点后 60 ~ 80ms 处测量 ST 段偏移振幅，如无特殊说明，本书统一在 J 点后 60ms 处测量 ST 段偏移振幅。

正常情况下，肢体导联的 ST 段上抬不应超过 1mm，压低不超过 0.5mm；胸导联除 V<sub>1</sub>-V<sub>3</sub> 偶可上抬达 3mm 外，其余各导联上抬均不应超过 1mm，各导联压低均小于 0.5mm。

一些生理性活动可引起 ST 段偏移达到临界值或超过正常上限，需要和病理性 ST 段偏移鉴别。诚然很多时候生理性和病理性因素混杂，难以明辨 ST 段偏移的具体原因。

心室肌动作电位的 2 相平台期并非电活动静止，而是进入细胞的电荷和外出细胞的电荷数相等，净电流为零，保持相对恒定。

## 8

## T波

T波代表心室复极，相当于心室肌动作电位的3相，初期复极缓慢，晚期复极快速，因此正常T波多数是不对称的：T波升支斜率较小，波形平缓；降支斜率较大，波形陡峭（图2-10）。

QRS主波是指QRS波群中振幅最高的组分，可以是R波，亦可以是S波。正常情况下，T波的极性与同导联QRS主波方向一致，但 $V_2$ - $V_3$ 导联QRS主波向下时，正常T波多数直立，少数倒置。

T波振幅正常值变化范围较广。T波振幅不应低于同导联R波振幅的1/10，否则为异常；R波为主的导联中，T波振幅通常不超过8mm，正常情况下胸导联T波振幅可达10~18mm，多见于 $V_2$ - $V_3$ 导联（图2-11）。

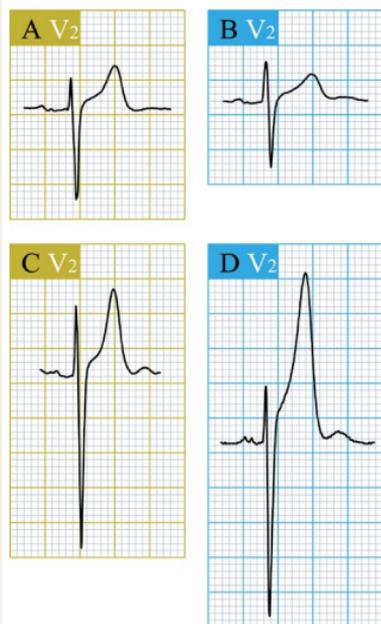


图2-11 正常T波

A-D取自四例正常心电图的 $V_2$ 导联。A和B的T波振幅在正常值范围内，C和D的T波振幅明显增高，正常人右胸导联S波深大、高速走神经张力状态和早期复极等情况时，可伴正常高振幅T波

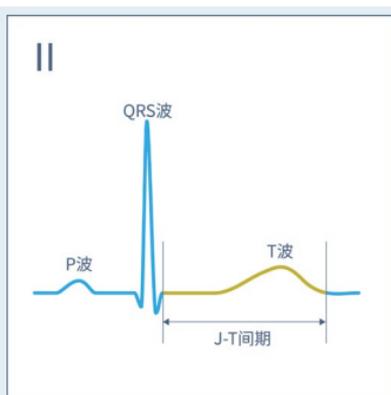


图2-12 J-T间期

J-T间期代表心室复极总时间，与心率有关：心率越快，复极时间越短；心率越慢，复极时间越长。心率校正后的J-T间期称为J-T<sub>c</sub>间期

正常T波振幅和病理性T波振幅存在重叠，建议结合受检者的临床背景评估T波振幅。



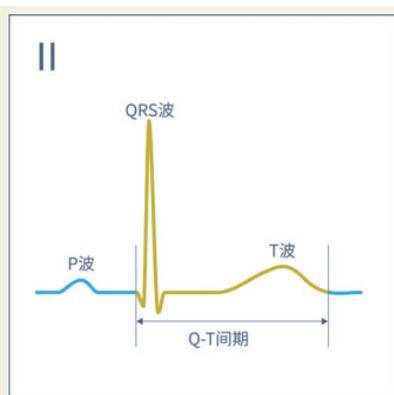


图 2-13 QT 间期

QT 间期代表心室除极和复极总时间，包括 QRS 波、ST 段和 T 波

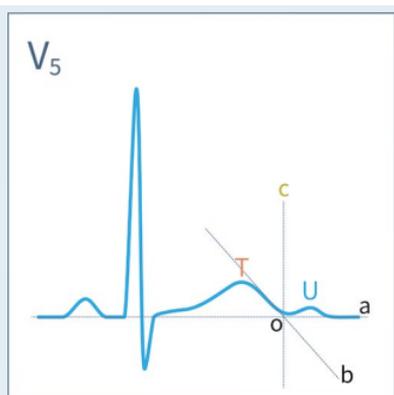


图 2-14 T 波终点的判读

T 波终点难以判读时，作水平基线延长线 a，沿 T 波降支最大斜率处作 T 波降支的切线 b，切线 b 和基线 a 相交于 o 点，沿 o 点作基线 a 的垂线 c，垂线 c 和 T 波降支的交点作为 T 波终点判读点。当 T 波双峰时，如果峰-峰间距 > 150ms，第二峰判为 U 波，T 波和 U 波明显分开时，计算 QT 间期不包括 U 波；当两峰距离 < 150ms 或 U 波振幅增大且与 T 波融合时，计算 QT 间期包括 U 波，实际测量的是 Q-T-U 间期

## 9

## J-T 和 J-Tc 间期

J-T 间期是指 QRS 波终末部到 T 波终末部的间期，是心室复极总时间的反映（图 2-12）。有学者认为 J-Tc 间期更能精确的反映心室复极总时间。通常 J-T 间期 < 380ms，J-Tc 间期 < 360ms。日常临床工作中，J-T 间期和 J-Tc 间期的应用不及 Q-T 间期和 Q-Tc 间期广泛。

## 10

## Q-T 和 Q-Tc 间期

心电图上，Q-T 间期是指 QRS 波起始至 T 波结束的时间间期，反映心室除极和复极的总时间（图 2-13）。复极时间是影响 Q-T 间期的主要因素。通常 T 波起始部和终末部较为模糊，与基线并无明确的分界点，T 波起点和终点不易确定，不同心电图阅读者判读的 T 波起点和终点存在差异，建议选择 T 波振幅较大，起始部和



测量 QT 间期选择 T 波起点和终点清晰的导联，不同受检者并不相同，有些是 II 导联，有些是  $V_2-V_3$  导联，有些是  $V_5-V_6$  导联。



终末部清晰的导联进行测量，建议选择  $V_2$ - $V_3$  导联（图 2-14）。Q-T 间期与性别有关，成年男性 Q-T 间期  $<440\text{ms}$ ，成年女性 Q-T 间期  $<460\text{ms}$ 。

Q-T 间期与心率有关，心率越慢，Q-T 间期越长，心率越快，Q-T 间期越短，为消除心率对 Q-T 间期的影响，引入 Q-Tc 间期的概念（图 2-15）。QTc 值正常范围男性为  $430 \sim 450\text{ms}$ ，女性为  $450 \sim 470\text{ms}$ 。QTc 值  $>500\text{ms}$  预示心律失常发生风险增高。

## 11

### U 波

U 波是在 T 波之后  $10 \sim 40\text{ms}$  出现的正向小圆波，正常情况下，U 波振幅低于同导联 T 波振幅。U 波方向与 T 波方向一致，通常  $V_3$ - $V_4$  导联振幅最大，最高可达  $3\text{mm}$ ，平均间期  $200\text{ms}$ （图 2-16）。U 波产生的确切机制尚未明

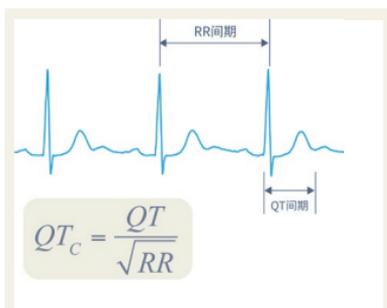


图 2-15 计算 QTc 的 Bazett 公式

Bazett QTc 校正公式中的 RR 是所测 QT 间期之前的 RR 间期

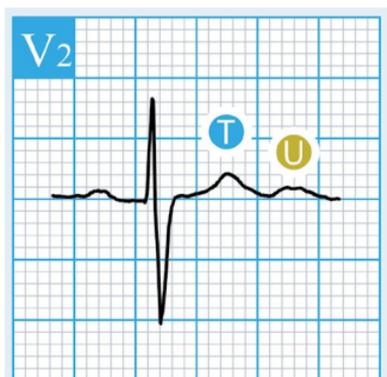


图 2-16 U 波

U 波紧随 T 波之后发生

了，目前认为是一种机电反馈波。

U 波的出现与心率有关，心率越慢，U 波越显著，心率  $> 90\text{bpm}$  时，U 波几乎消失。因此，个体心电图的 U 波，一日之内可以反复出现或消失，这是一种正常的生理现象。

### 程硕韬

中国医学科学院阜外医院深圳医院 / 深圳市孙逸仙心血管医院