

رسالة محمد

# اصول تفسیر ECG

parisa.ramezannezhad

# مروری بر الکتروفیزیولوژی قلب

## ○ جریانات الکتریکی قلب

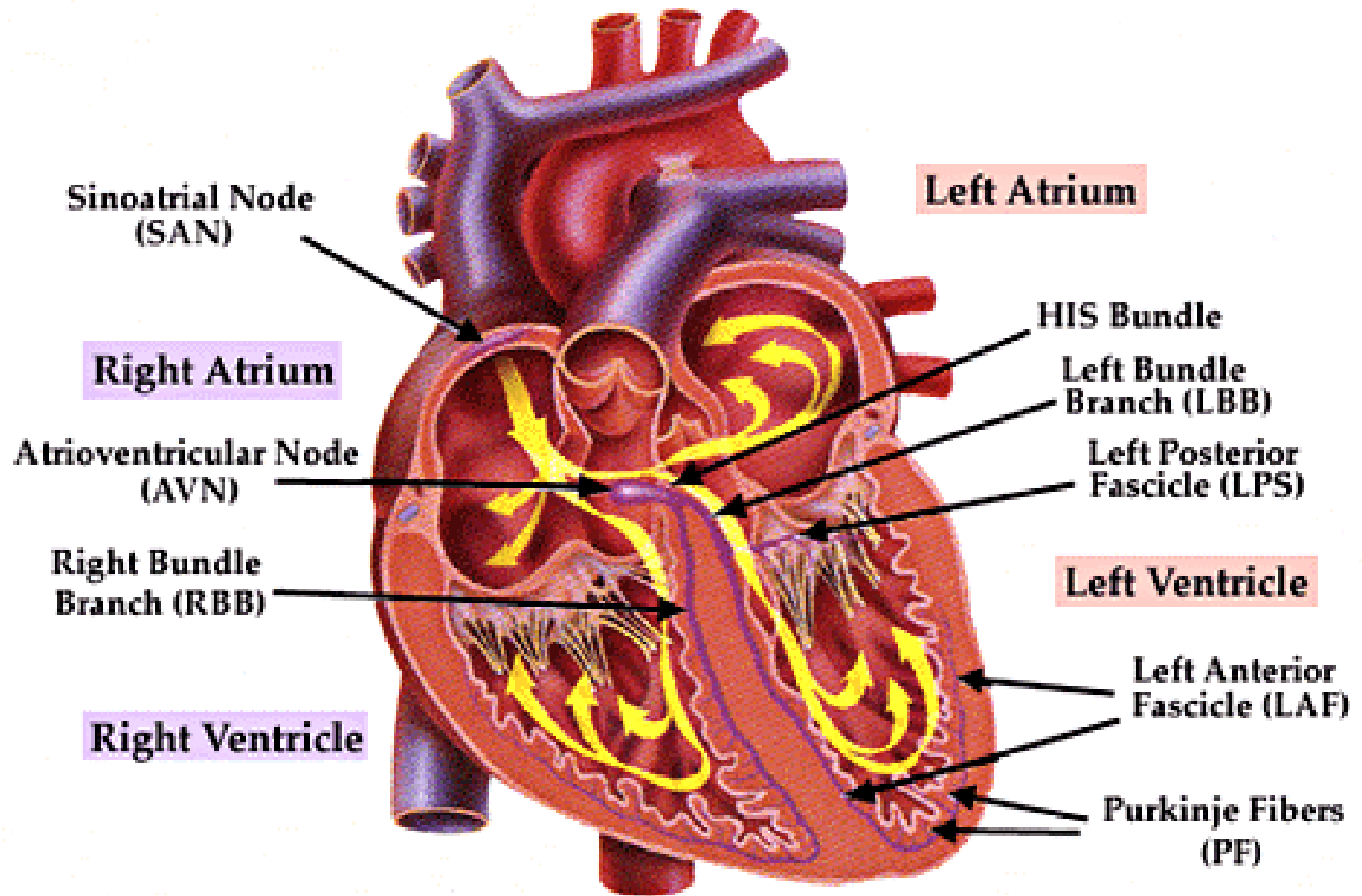
- انقباض تمام ماهیچه‌های بدن در اثر یک تغییر الکتریکی به نام دپولاریزاسیون (depolarization) ایجاد می‌شود. اگر الکترودهایی را بر روی سطح پوست بچسبانیم، این جریانات قابل دریافت هستند. قلب نیز یک ماهیچه است؛ پس از این قانون مستثنی نیست. جریانات الکتریکی قلب، به شرط شل بودن سایر ماهیچه‌های بدن، توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف قابل دریافت و ثبت هستند.



## سیستم هدایتی قلب

- شروع هر چرخه‌ی قلبی در نقطه‌ای از دهلیز راست قلب به نام **گره سینوسی-دهلیزی** (SA sinoatrial node) می باشد . جریان الکتریکی تولید شده، سبب دیپولاریزاسیون سلول‌های قلب می‌گردد، دیپولاریزاسیون نیز انقباض سلول‌ها را به دنبال دارد. جریان الکتریکی از طریق مسیرهای هدایتی در نقاط مختلف قلب توزیع می‌شوند. این مسیرها را در شکل زیر می‌بینید:





**Cardiac Conduction System**

# تولید جریان

○ هر کدام از این قسمت‌های اسم برده شده، علاوه بر توانایی انتقال جریانات الکتریکی ایجاد شده، خود نیز توانایی تولید ایمپالس‌های الکتریکی دارند. اما سرعت تولید ضربان در قسمت‌های مختلف این سیستم با هم متفاوت است. سرعت‌های ذاتی بخش‌های مختلف سیستم هدایتی قلب به شرح زیر است:

گره سینوسی	۶۰-۱۰۰
سلول‌های دهلیزی	۶۰-۸۰
پیوندگاه	۴۰-۶۰
سلول‌های بطنی	۲۰-۴۰



## کانون ضربان

○ تمامی سلول های قلبی در شرایط خاص بالقوه توانایی تولید ایмпالس های الکتریکی و تولید ریتم را دارند که این توانایی از دهلیزها تا نوک قلب به ترتیب کم می شود به طوری که سلول های بطنی ۲۰ تا ۴۰ بار در دقیقه و سلول های گره AV ۴۰ تا ۶۰ بار در دقیقه و سلول های دهلیزی ۶۰ تا ۵۵۰ در دقیقه می توانند ایмпالس تولید کنند.



## کانون ضربان

○ بر اساس یک خصوصیت فیزیولوژیک، هر کدام از این قسمت‌ها که با سرعت بیشتری ضربان تولید کند، سایر کانون‌ها را تحت کنترل خود درآورده و اجازه‌ی فعالیت به سایر مراکز ضربان‌سازی را نمی‌دهد. به این خاصیت **سرکوب سرعتی (overdrive suppression)** گفته می‌شود. به این ترتیب در حالت عادی گره سینوسی پیم‌میکر طبیعی قلب می‌باشد و در صورت ایجاد اشکال در این گره، به ترتیب سلول‌های دهلیزی، سلول‌های پیوندگاه و سلول‌های بطنی مراکز پشتیبانی بعدی را تشکیل می‌دهند.

○ همانطور که در ادامه خواهید دید، گاهی اوقات شروع جرقه‌ی الکتریکی از نقطه یا نقاط دیگری غیر از گره SA اتفاق می‌افتد. **واژه ریتم برای توصیف منطقه‌ی ضربان ساز قلب استفاده می‌شود. ریتم طبیعی قلب چون از گره سینوسی منشاء می‌گیرد، ریتم نرمال سینوسی نامیده می‌شود.**





## CARDIAC ACTION POTENTIAL

○ سلول های قلبی پس از دریافت ایمپالس الکتریکی با بارگیری الکتریکی دیپولاریزه شده و از منفی ۹۰ میلی ولت به مثبت ۲۰ میلی ولت می رسد تا انقباض قلبی انجام شود که به این مرحله دیپولاریزاسیون گفته می شود (فاز صفر)

○ سپس سلول قلبی طی ۴ فاز بار مثبت خود را از دست می دهد و به همان نقطه شروع منفی ۹۰ بر می گردد تا آماده دریافت ایمپالس الکتریکی بعدی و انقباض مجدد گردند که به این مرحله ریپولاریزاسیون گفته می شود.

○ فاز ۱ خروج K (overshoot)

○ فاز ۲ ورود CL خروج K (plateau)

○ فاز ۳ خروج K (Repolarisation)

○ فاز ۴ خروج Na ورود K (Resting.M.P)



# CARDIAC ACTION POTENTIAL

○ در پتانسیل عمل قلبی سه مرحله مهم وجود دارد:

مرحله تحریک ناپذیری مطلق ( Absolutly refractory period )

که از فاز صفر شروع و تا نیمه فاز ۳ خاتمه می یابد که در این مرحله هیچ تحریکی نمی تواند قلب را منقبض کند به عبارتی دیگر قلب به هیچ تحریکی پاسخ نمی دهد.

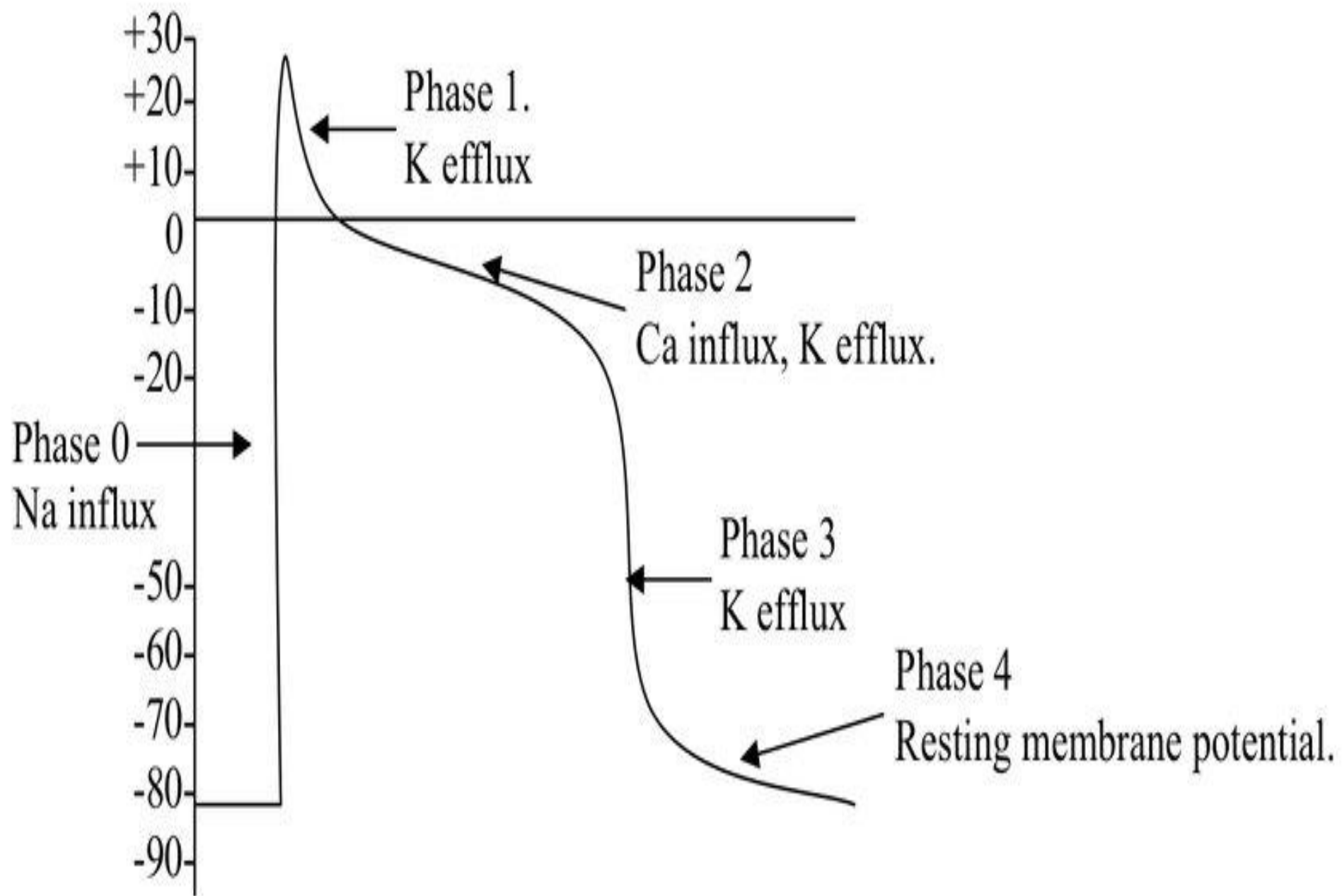
مرحله تحریک ناپذیری نسبی ( Relative refractory period )

که از نیمه فاز ۳ شروع و تا آخر فاز ۳ خاتمه می یابد که در این فاز قلب را فقط تحریک قوی می تواند منقبض کند.

مرحله ( Supra normal period )

که از انتهای فاز ۳ شروع و تا انتهای فاز ۴ خاتمه می یابد که در این مرحله قلب به دلیل رسیدن به منفی ۹۰ میلی ولت پذیرش هرگونه تحریکی را دارد.





## الکتروکاردیوگرافی

- ثبت امواج حاصل از فعالیت الکتریکی عضله قلب که از طریق قرار دادن الکتروود در سطح سینه و در اطراف قلب انجام می گیرد.



# الکتروکاردیوگرافی

## دو اصل مهم در الکتروکاردیوگرافی

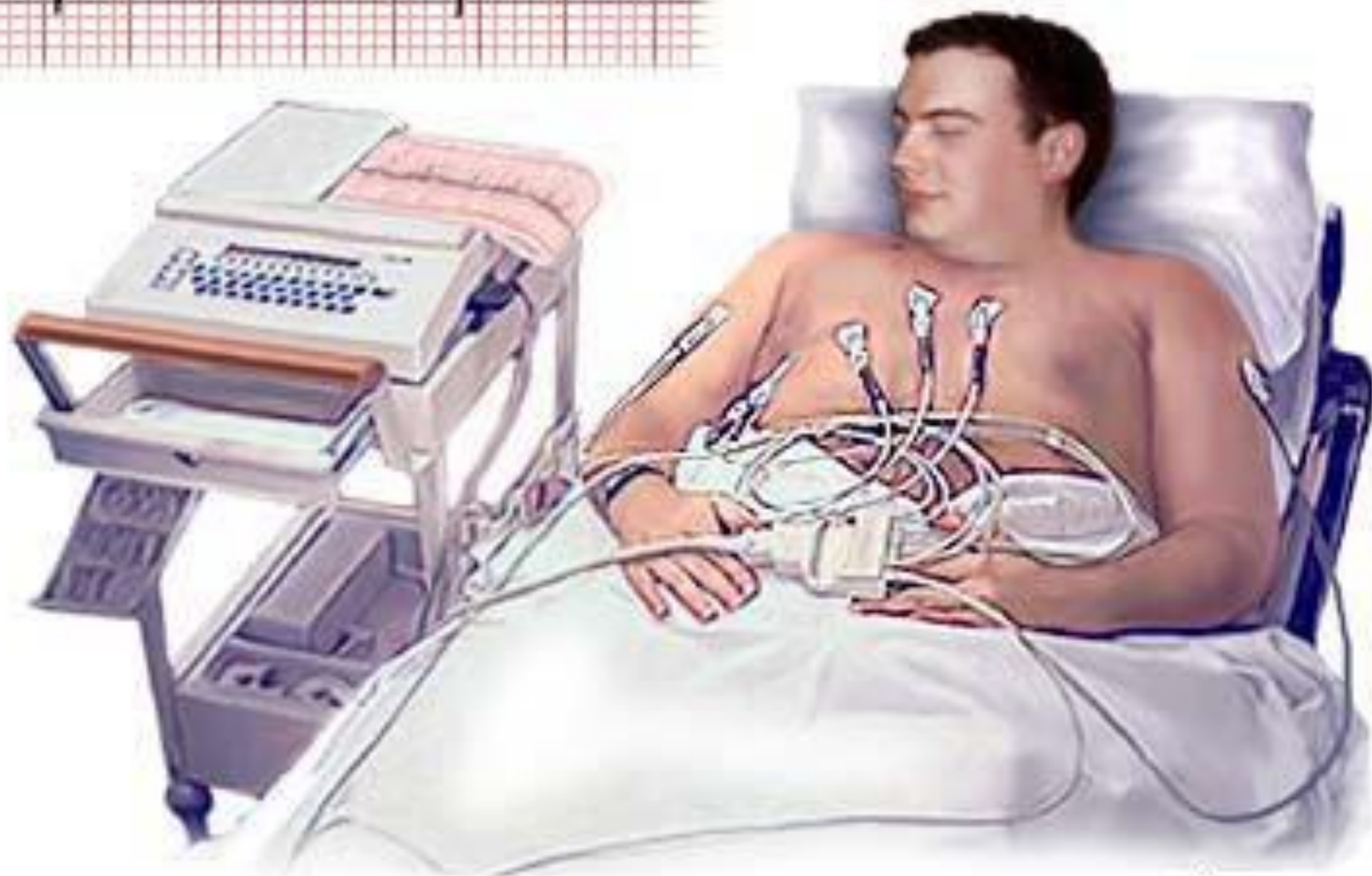
۱- دیپولاریزاسیون از سطح آندوکارد شروع و به سطح اپی کارد انتشار می یابد. یعنی محور دیپولاریزاسیون قلب از سطح آندوکارد شروع و به اپی کارد ختم می شود.

۲- چنانچه محور دیپولاریزاسیون قلبی به الکتروکارد دستگاه (دستبندها و پوارهای سینه ای) نزدیک شود یک موج مثبت ثبت خواهد شد و اگر از الکتروکارد مثبت دور شود یک موج منفی ثبت می شود.





ECG tracing



# الکتروکاردیوگرافی

برای گرفتن نوار قلب صحیح باید سه کار مهم را انجام دهیم :

۱- استاندارد کردن دستگاه

۲- استاندارد کردن بیمار

۳- استاندارد بستن لیدها



# الکتروکاردیوگرافی

## استاندارد کردن دستگاه

- سرعت باید  $25\text{mm/s}$  باشد
- آمپلیتود دستگاه ۱ میلی ولت باشد
- پارازیت گیرهای دستگاه هر دو روشن باشد
- کاغذ دستگاه پر و آماده باشد
- ترجیحا با باتری به جای برق شهری گرفته شود





# الکتروکاردیوگرافی

## استاندارد کردن بیمار

- پوزیشن خوابیده به پشت تا زاویه ۶۰ درجه
- بیمار آموزش ببیند و بی حرکت باشد
- وسیله فلزی و موبایل همراه بیمار نباشد
- خلوت بیمار حفظ شود
- دمای اتاق متعادل باشد چون سرما موجب لرز و گرمای بیش از حد موجب تاکیکاردی بیمار میشود
- سینه بیمار اگر موی زیاد دارد شیو شود



# الکتروکاردیوگرافی

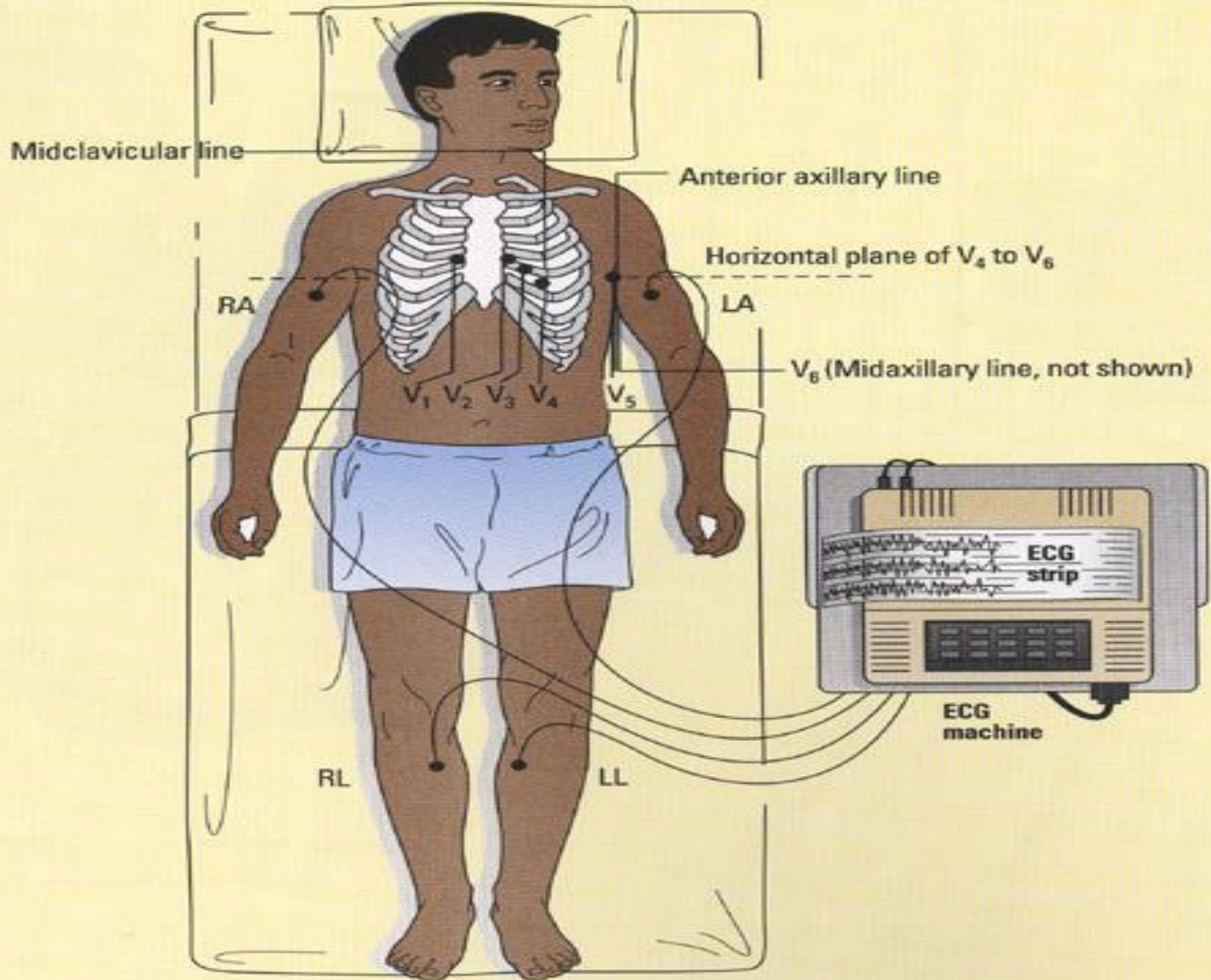
## استاندارد بستن لیدها

- رنگ قرمز-دست راست
- رنگ زرد -دست چپ
- رنگ مشکی- پای راست
- رنگ سبز - پای چپ
- V1 در چهارمین فضای بین دنده ای در طرف راست استرنوم
- V2 درچهارمین فضای بین دنده ای در طرف چپ استرنوم
- V3 بین V2 و V4
- V4 در پنجمین فضای بین دنده ای روی خط میانی ترقوه ای چپ ( Mid Clavicular Line )
- V5 در پنجمین فضای بین دنده ای روی خط زیربغلی قدامی چپ ( Anterior Axillary Line )
- V6 در پنجمین فضای بین دنده ای طرف چپ درخط میانی زیربغل ( Mid Axillary Line )





## 12-lead ECG electrode placement

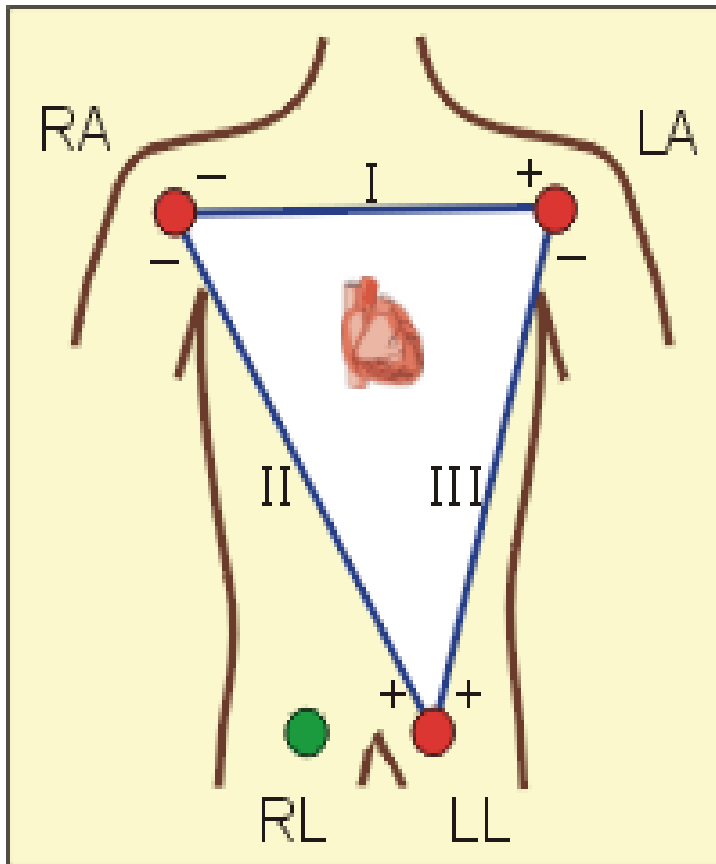


# الکتروکاردیوگرافی

## انواع اشتقاق های قلبی

- لیدهای اندامی (Limb Lead) که خود دو نوع یک قطبی و دو قطبی دارد

- لیدهای سینه ای (Chest Lead)



# الکتروکاردیوگرافی

## لیدهای دو قطبی

- لید I اختلاف پتانسیل بین دست راست و دست چپ میباشد و مثبت است
- لید II اختلاف پتانسیل بین دست راست و پای چپ میباشد و کاملاً مثبت است
- لید II درشت ترین و بارزترین لید ECG است و اندازه منحنی های آن ۲۰ درصد از لیدهای دیگر اندامی بزرگتر است و بهترین لید برای مانیتورینگ می باشد.
- لید III اختلاف پتانسیل بین دست چپ و پای چپ میباشد



# الکتروکاردیوگرافی

## لیدهای تک قطبی

- **لید AVR** چون تک قطبی است دستگاه فقط اختلاف پتانسیل یک نقطه یا همان دست راست را رسم می کند و مهمترین نکته این لید این است که چون محور دپولاریزاسیون از دست راست دور میشود منحنی این لید منفی رسم می شود.
- **لید AVL** چون تک قطبی است دستگاه فقط اختلاف پتانسیل یک نقطه یا همان دست چپ را رسم می کند و شکل منحنی کاملاً مثبت است.
- **لید AVF** چون تک قطبی است دستگاه فقط اختلاف پتانسیل یک نقطه یا همان پای چپ را رسم می کند و شکل منحنی کاملاً مثبت است.





# الکتروکاردیوگرافی

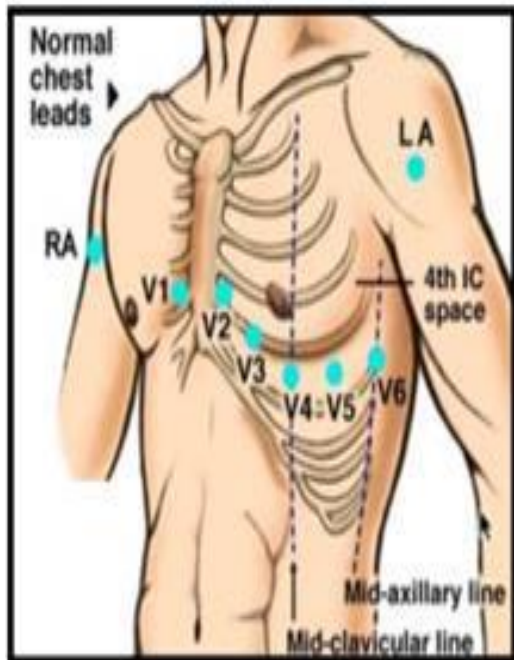
## لیدهای سینه ای

• از V1 تا V6 به ترتیب به ارتفاع موج R افزوده می شود و از ارتفاع موج S کاسته می شود .

• لید V1 کوچکترین موج R را دارد.

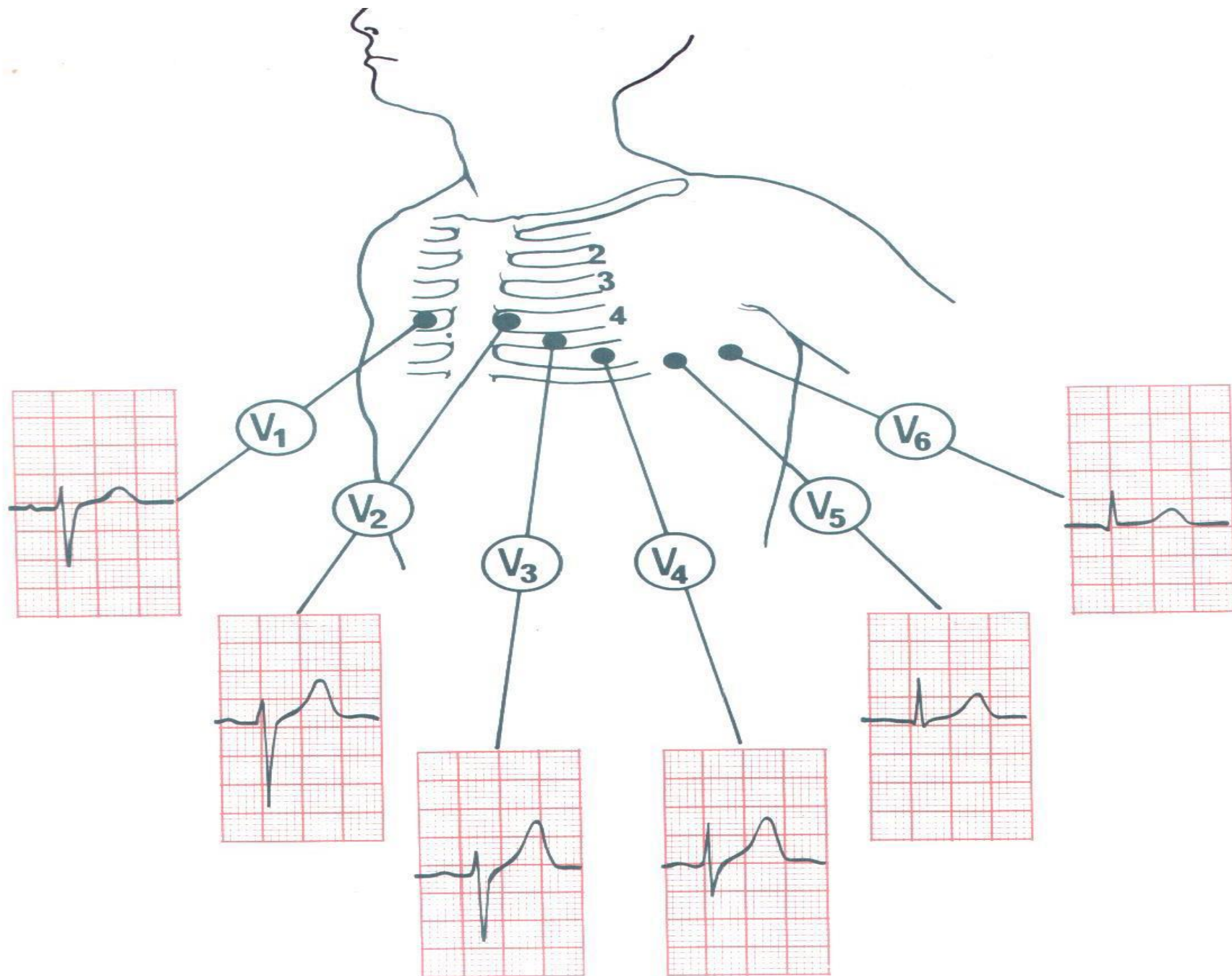
• لید V6 کوچکترین موج S را دارد.

## Precordial or Chest Leads



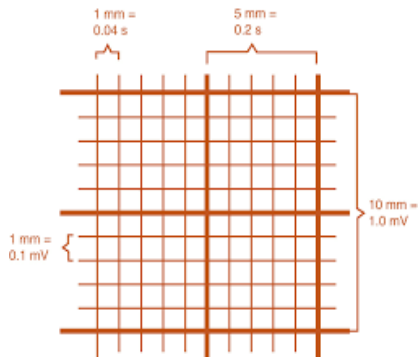
- V<sub>1</sub> 4th intercostal (right)
- V<sub>2</sub> 4th intercostal (left)
- V<sub>3</sub> Between V<sub>2</sub> & V<sub>4</sub>
- V<sub>4</sub> Midclavicular  
(mid-collarbone)
- V<sub>5</sub> 5th intercostal space  
(anterior axillary line)
- V<sub>6</sub> 5th intercostal  
(midaxillary line)





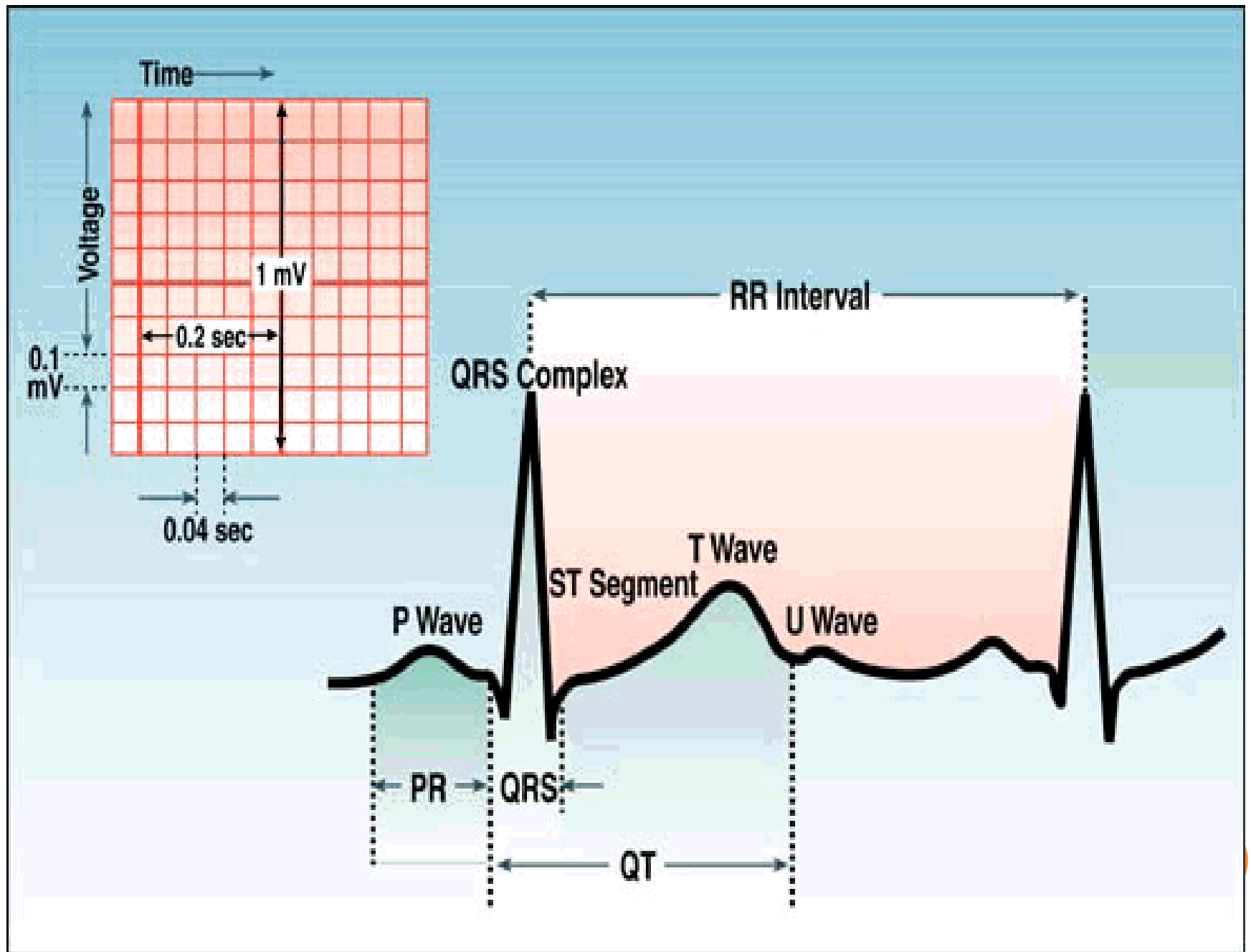
# کاغذ الکتروکاردیوگرام

○ امواج الکتریکی قلب توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف بر روی کاغذ مخصوصی ترسیم می‌شوند. این کاغذ شطرنجی بوده و از تعدادی مربع ریز و درشت تشکیل شده است. هر ضلع مربع‌های ریز، یک میلی‌متر طول دارد. هر ۵ مربع ریز، با یک خط تیره از هم جدا شده‌اند، در نتیجه هر ۲۵ مربع ریز تشکیل یک مربع درشت‌تر را می‌دهند. هر ضلع مربع‌های بزرگ ۵ میلی‌متر طول دارد. بر روی کاغذ الکتروکاردیوگرام، محور افقی نشان دهنده‌ی زمان و محور عرضی نشان دهنده‌ی شدت جریان الکتریکی است.

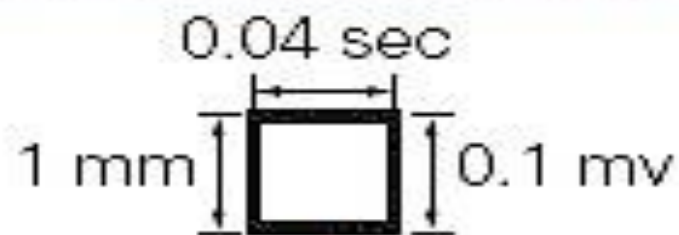
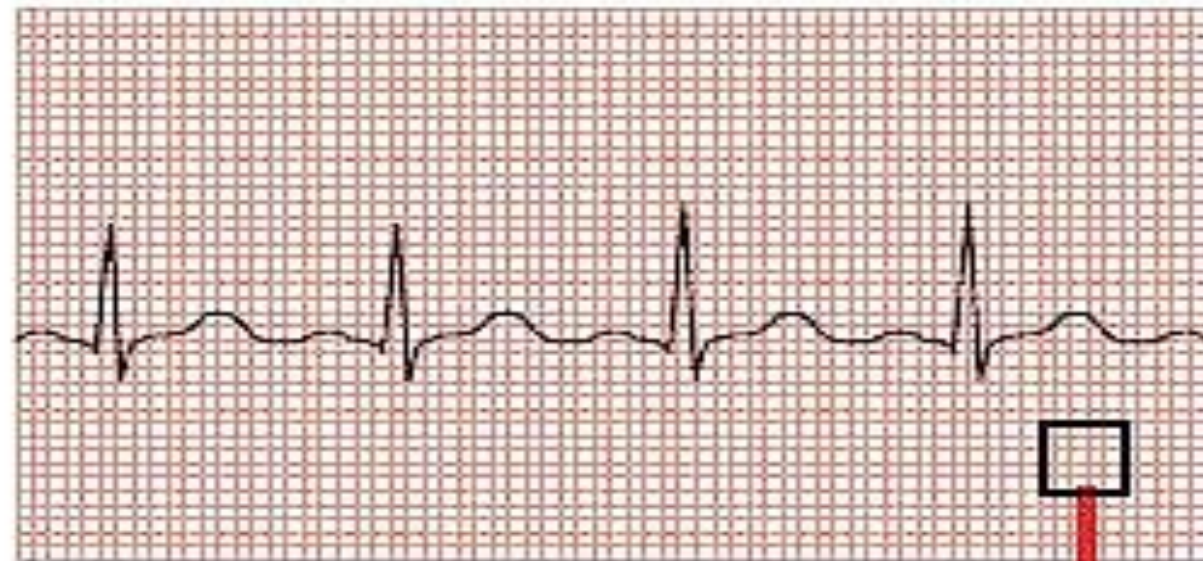


○ دستگاه الکتروکاردیوگراف به طور استاندارد با سرعت ۲۵ میلی‌متر در ثانیه وقایع الکتریکی قلب را ثبت می‌کند. پس هر مربع یک میلی‌متری بر روی محور افقی، معادل ۰/۰۴ ثانیه، و هر مربع ۵ میلی‌متری معادل ۰/۲ ثانیه می‌باشد.



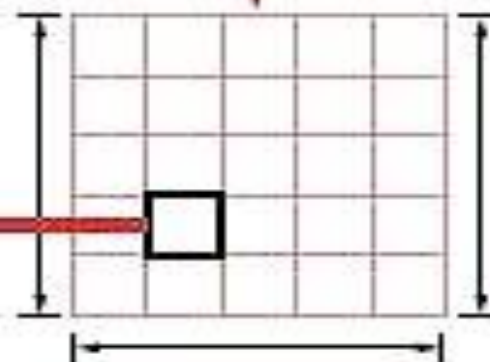


Constant speed of 25 mm/sec



**Small box**

5 mm



**Large box**

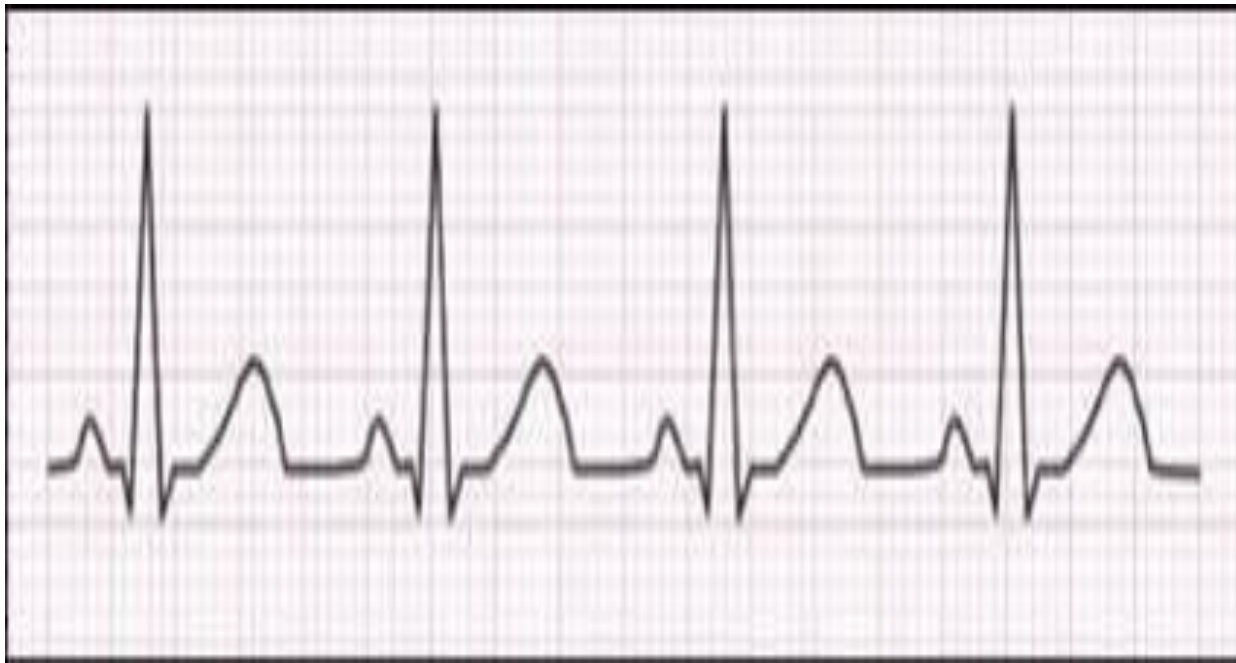
0.20 sec

- دستگاه الکتروکاردیوگراف به طور استاندارد، به نحوی تنظیم شده است که یک جریان الکتریکی با شدت **یک میلی‌ولت** موجی به اندازه‌ی **۱۰ میلی‌متر** بر روی کاغذ الکتروکاردیوگرام ترسیم خواهد کرد. بدین ترتیب هر مربع کوچک بر روی محور عرضی، معادل **۰/۱ میلی‌ولت** و هر مربع بزرگ معادل **۰/۵ میلی‌ولت** می‌باشد.
- اگر هیچ انرژی الکتریکی وجود نداشته باشد دستگاه الکتروکاردیوگرام یک خط صاف را ترسیم می‌کند، این خط **خط ایزوالکتریک** نامیده می‌شود. **امواج مثبت** به شکل انحراف رو به بالا از خط ایزوالکتریک، و **امواج منفی** به شکل انحراف رو به پایین از خط ایزوالکتریک نمایش داده می‌شوند.

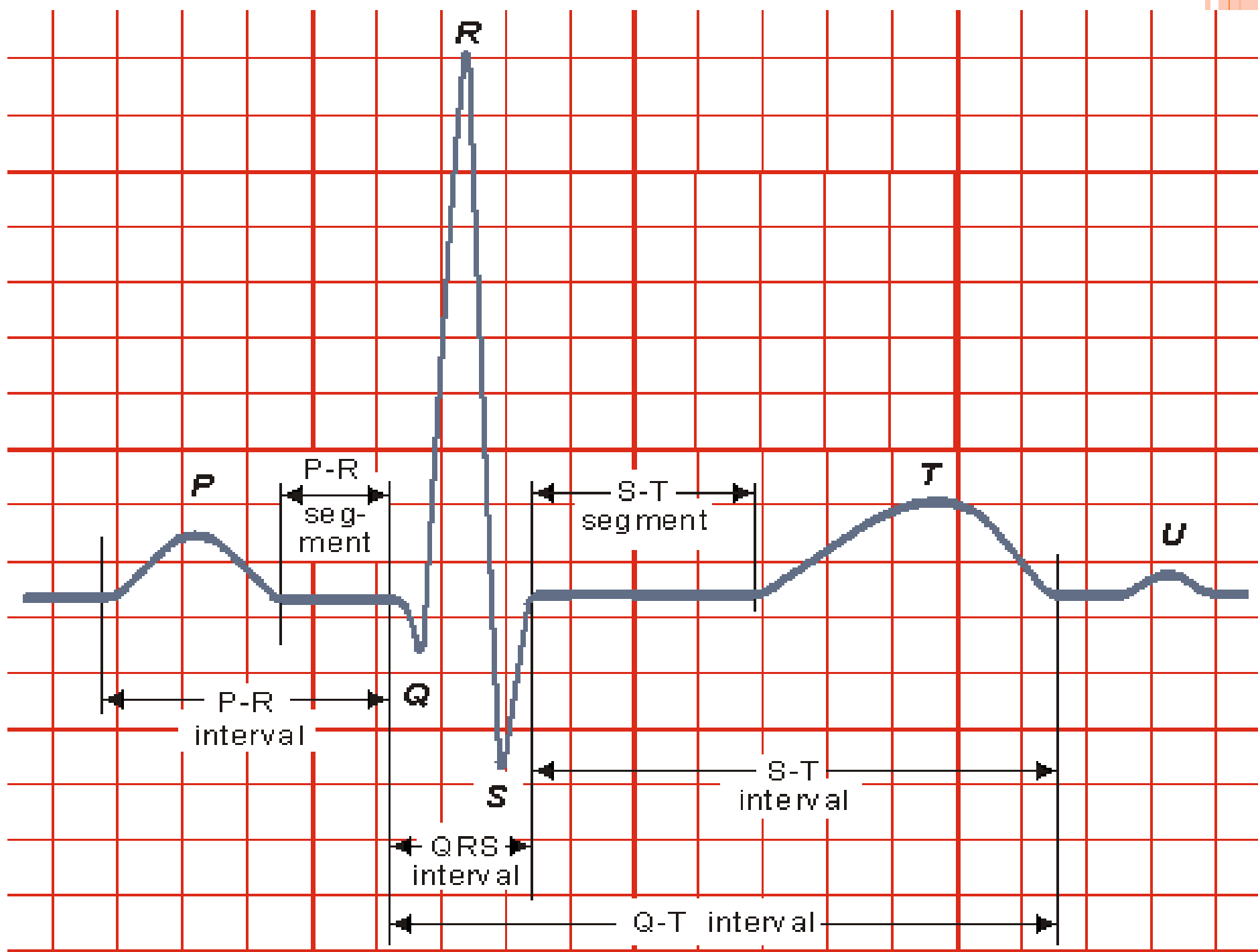


## شکل ECG و نام‌گذاری اجزای آن

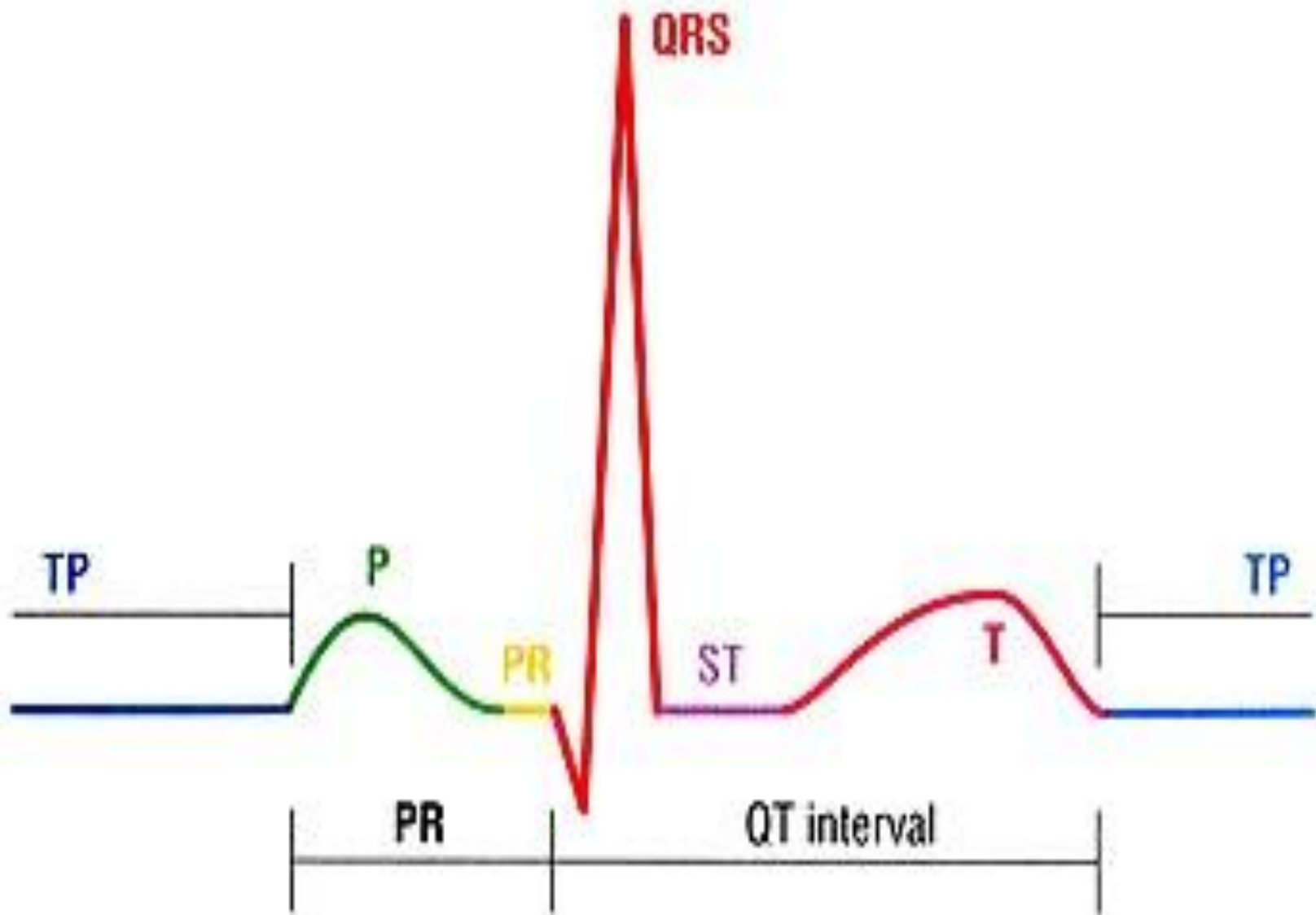
الکتروکاردیوگرام یک فرد طبیعی به شکل زیر بر روی کاغذ الکتروکاردیوگرام نقش می‌بندد:



هر کدام از اجزای مشاهده شده بر روی شکل، نشان دهنده‌ی بخشی از فعالیت الکتریکی سلول‌های قلب می‌باشند. این اجزا به صورت قراردادی نام‌گذاری شده‌اند و در تمام دنیا به همین نام‌ها معروف هستند.







○ موج P: عبور جریان الکتریکی از دهلیزها، اولین موج ECG را ایجاد می‌کند. این موج P نامدارد. موج P در حالت طبیعی گرد، صاف و قرینه بوده و نشان دهنده دیپولاریزاسیون دهلیزهاست.

○ فاصله PR: از ابتدای موج P تا شروع کمپلکس QRS به این نام خوانده می‌شود. این فاصله نشان دهنده زمان سپری شده برای رسیدن موج دیپولاریزاسیون از دهلیزها به بطن‌ها است.



○ **کمپلکس QRS:** از مجموع سه موج تشکیل شده است و مجموعاً نشان دهنده‌ی **دیپلاریزاسیون بطن‌ها** است. اولین موج منفی بعد از P، موج Q نام دارد. اولین موج مثبت بعد از P را موج R، و اولین موج منفی بعد از R را S می‌نامند. چون هر سه موج ممکن است با هم دیده نشوند، مجموع این سه موج را با هم یک کمپلکس QRS می‌نامند.

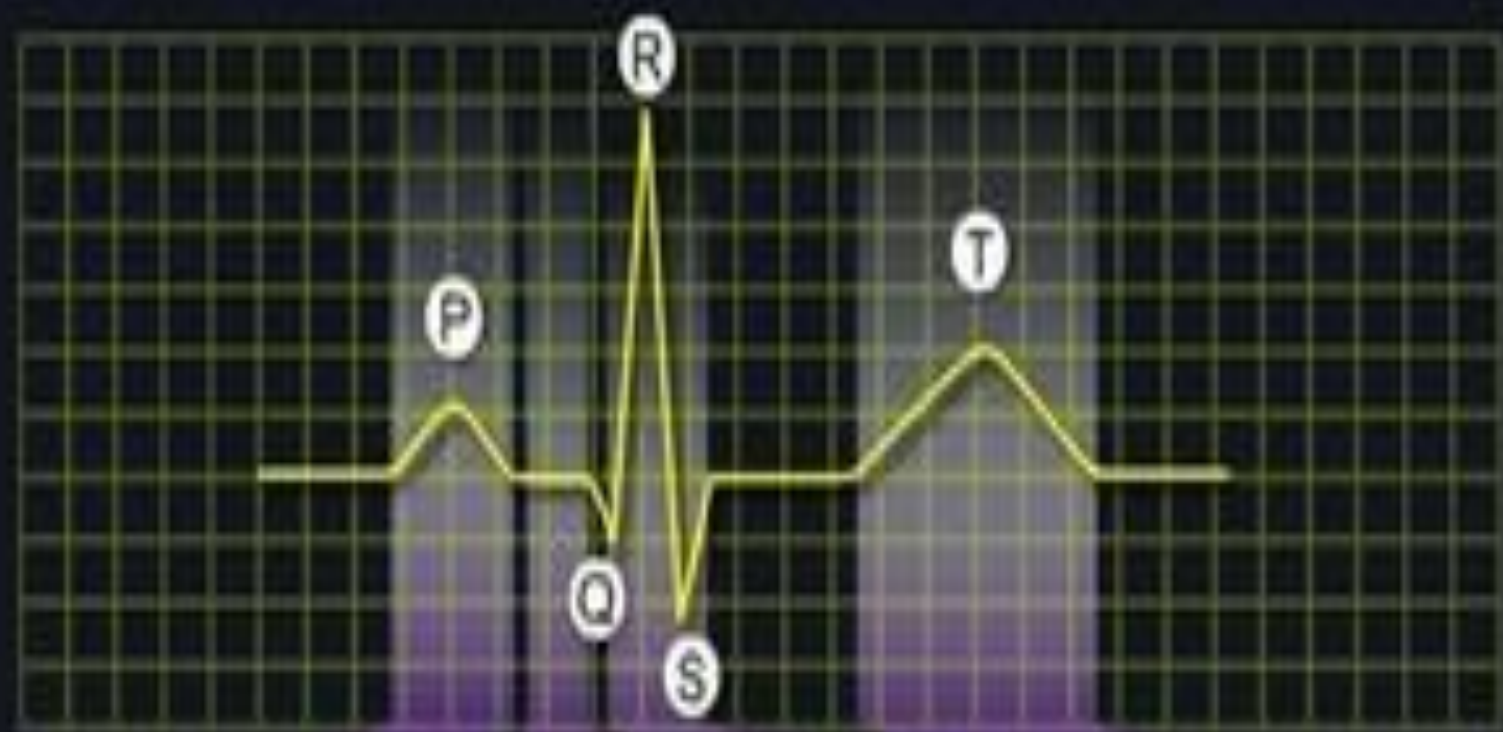
○ **قطعه‌ی ST:** از انتهای کمپلکس QRS تا ابتدای موج T را قطعه‌ی ST نام‌گذاری کرده‌اند. این قطعه نشان‌دهنده‌ی **مراحل ابتدایی ریپولاریزاسیون بطن‌ها** است. (میبایست روی خط ایزوالکتریک باشد. پایین افتادنش نشانه ایسکمی و بالارفتنش نشانه Injury یا انفارکتوس است)



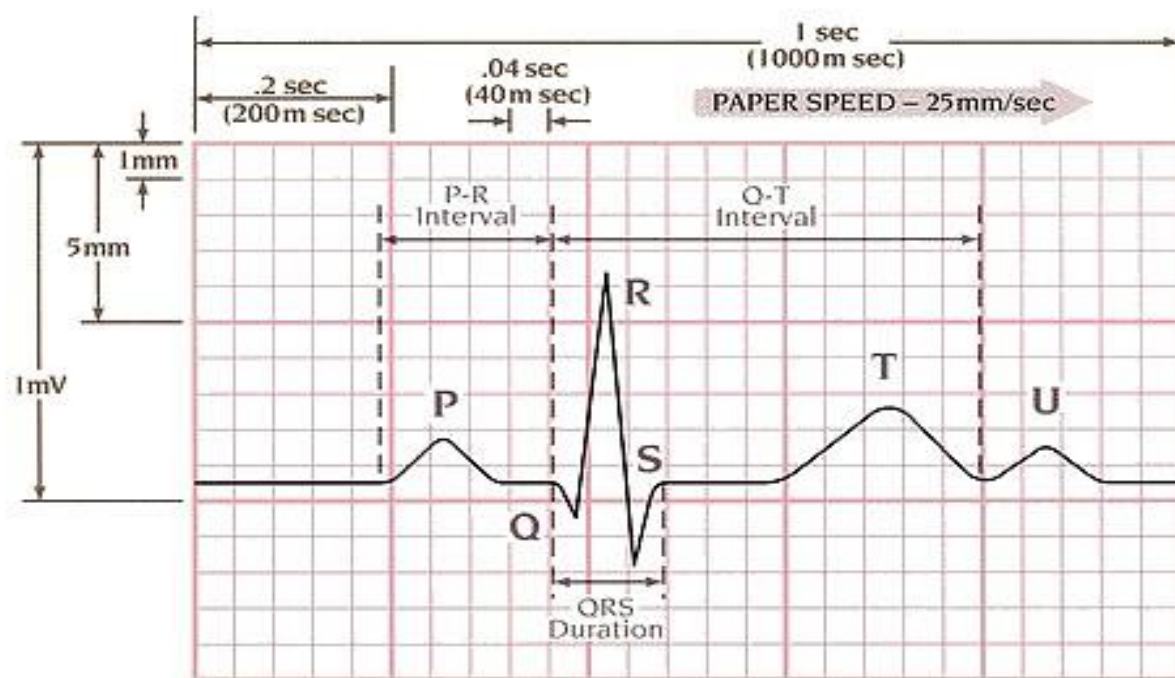
○ موج T: موجی گرد و مثبت می‌باشد که بعد از QRS ظاهر می‌شود. این موج نشان دهنده‌ی **مراحل انتهایی ریولاریزاسیون بطن‌ها** است.

○ فاصله‌ی QT: از ابتدای کمپلکس QRS تا انتهای موج T می‌باشد و نشان دهنده‌ی زمان لازم برای **مجموع فعالیت بطن‌ها** در طی یک چرخه‌ی قلبی است.





○ همانطور که متوجه شده‌اید، هر گونه انحراف از خط ایزوالکتریک را یک **موج** می‌نامند. بخشی از خط ایزوالکتریک که بین دو موج قرار می‌گیرد، **قطعه** (segment) و به مجموع یک قطعه و حداقل یک موج **فاصله** (interval) گفته می‌شود.



VERTICAL AXIS	1 Small Square = 1mm (0.1mV)
	1 Large Square = 5mm (0.5mV)
	2 Large Squares = 1mV

HORIZONTAL AXIS	1 Small Square = .04 sec (40 m sec)
	1 Large Square = .2 sec (200 m sec)
	5 Large Squares = 1 sec (1000 m sec)

# خصوصیات امواج الکتروکاردیوگرام

- به یاد سپاری اندازه‌های طبیعی هر کدام از اجزای الکتروکاردیوگرام برای تشخیص اختلالات ECG ضروری است. این اندازه‌ها در جدول زیر نشان داده شده‌اند:

ارتفاع (میلی‌متر)	زمان (ثانیه)	
کمتر از ۲/۵	کمتر از ۰/۱۱	موج P
-	۰/۲ - ۰/۱۲	فاصله PR
متغیر	۰/۰۶ - ۰/۱	کمپلکس QRS
کمتر از ۱ میلی‌متر اختلاف نسبت به خط ایزوالکتریک	متغیر	قطعه ST
-	کمتر از نصف فاصله R-R	فاصله QT
کمتر از ۵ در لیدهای اندامی کمتر از ۱۰ در لیدهای سینه‌ای	متغیر	موج T
کمتر از ۲	متغیر	موج U

## نحوه‌ی خواندن الکتروکاردیوگرام

○ برای تفسیر و اصطلاحاً خواندن یک ریتم قلبی، مساله‌ی مهم توجه به تمام اجزا، امواج، قطعات و فواصل موجود بر روی نوار ریتم، قبل از قضاوت در مورد آن، می‌باشد. جهت جلوگیری از سردرگمی، شما می‌بایست یک توالی منطقی را در ذهن خود ترسیم، و در مواجهه با هر ریتم قلبی، از آن توالی پیروی کنید.





## روش ۵ مرحله‌ای

- قدم اول: سرعت ضربان قلب را محاسبه کنید.
- قدم دوم: نظم را پیدا کنید.
- قدم سوم: امواج P را نگاه کنید.
- قدم چهارم: به فواصل PR توجه کنید.
- قدم پنجم: عرض کمپلکس‌های QRS را مورد توجه قرار دهید.



## قدم اول: محاسبه‌ی سرعت ضربان قلب

○ برای تعیین سرعت ضربان قلب از روی الکتروکاردیوگرام، روش‌های متعددی وجود دارند. ۴ روش شایع، در زیر معرفی می‌شوند.

○ روش اول: روش ۶ ثانیه‌ای

○ روش دوم: روش مربع‌های بزرگ

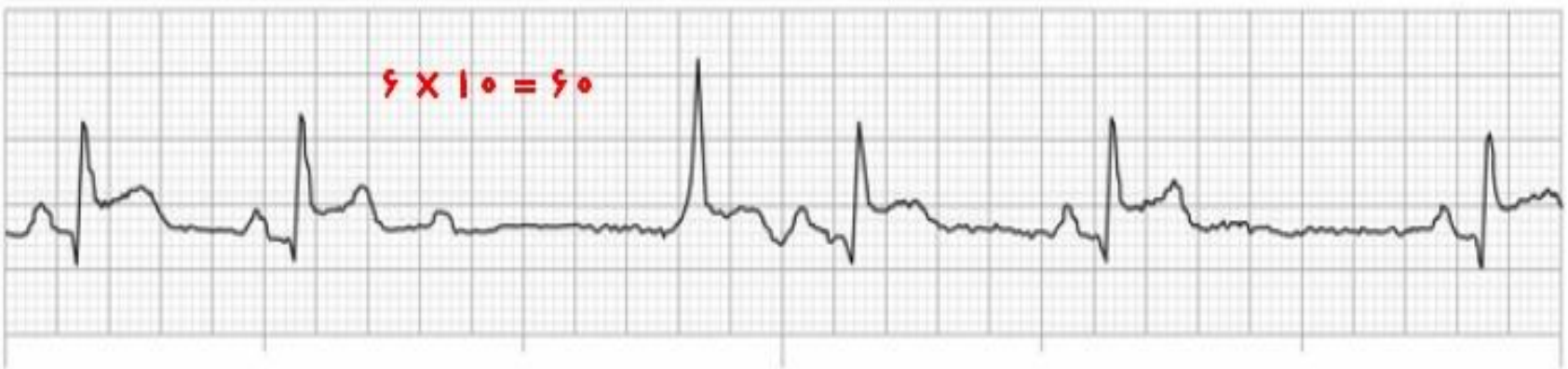
○ روش سوم: روش مربع‌های کوچک

○ روش چهارم: روش ترتیبی



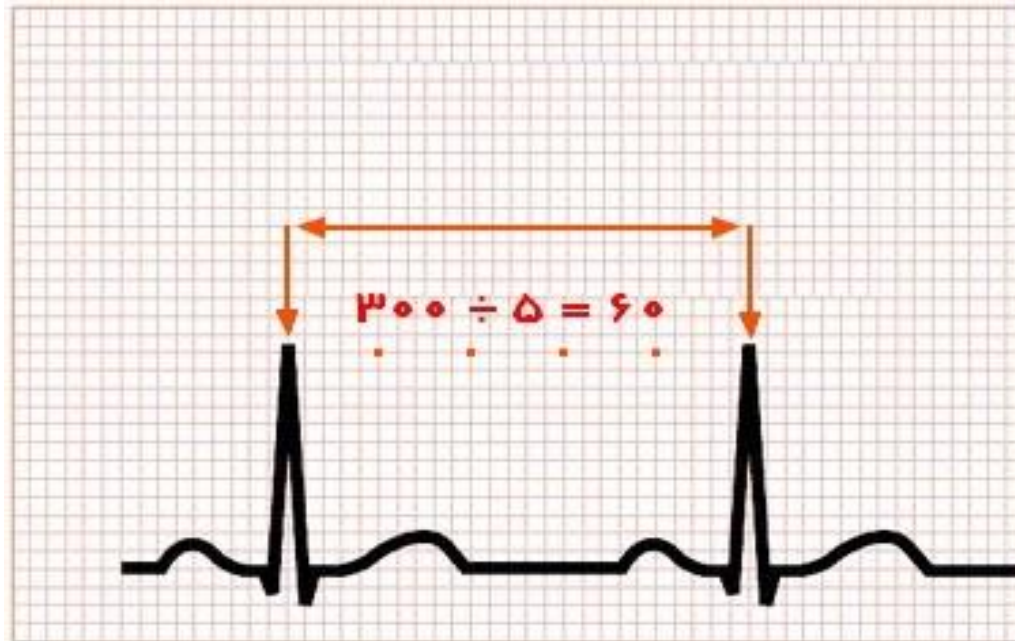
## روش ۶ ثانیه‌ای

○ این روش ساده‌ترین، سریع‌ترین و فراوان‌ترین روش اندازه‌گیری سرعت ضربان قلب از روی الکتروکاردیوگرام می‌باشد؛ که برای محاسبه‌ی ریتم‌های نامنظم و برادیکارد، نسبت به سه روش دیگر اولویت دارد. در این روش، ۶ ثانیه از یک نوار ریتم انتخاب می‌شود (۳۰ مربع بزرگ)، و سپس **تعداد کمپلکس‌های QRS در این فاصله‌ی ۶ ثانیه‌ای شمرده و در عدد ۱۰ ضرب می‌شود تا تعداد ضربان قلب در یک دقیقه به دست آید.**



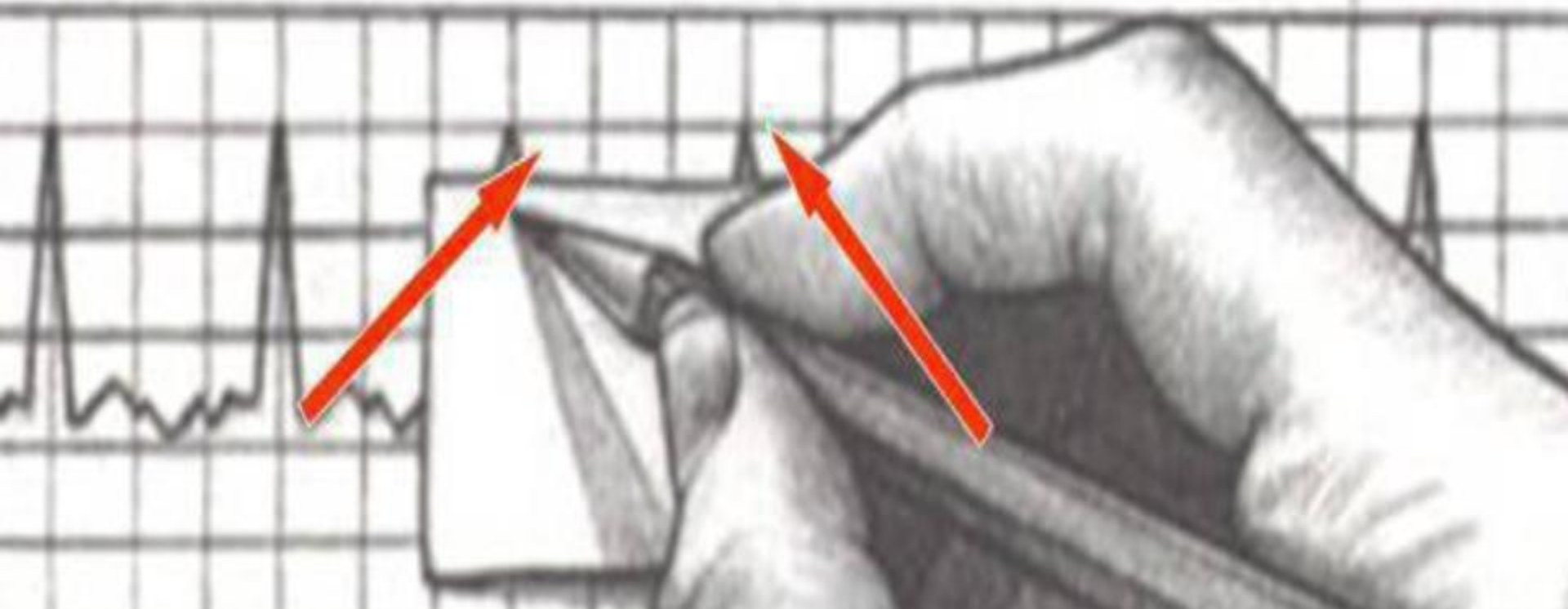
## روش مربع‌های بزرگ

- چنانچه گفته شد، هر مربع بزرگ بر روی محور افقی معادل ۰/۲ ثانیه است. با این پیش زمینه، در این روش تعداد مربع‌های بزرگ بین دو کمپلکس QRS متوالی شمرده شده و بر عدد ۳۰۰ تقسیم می‌شود.



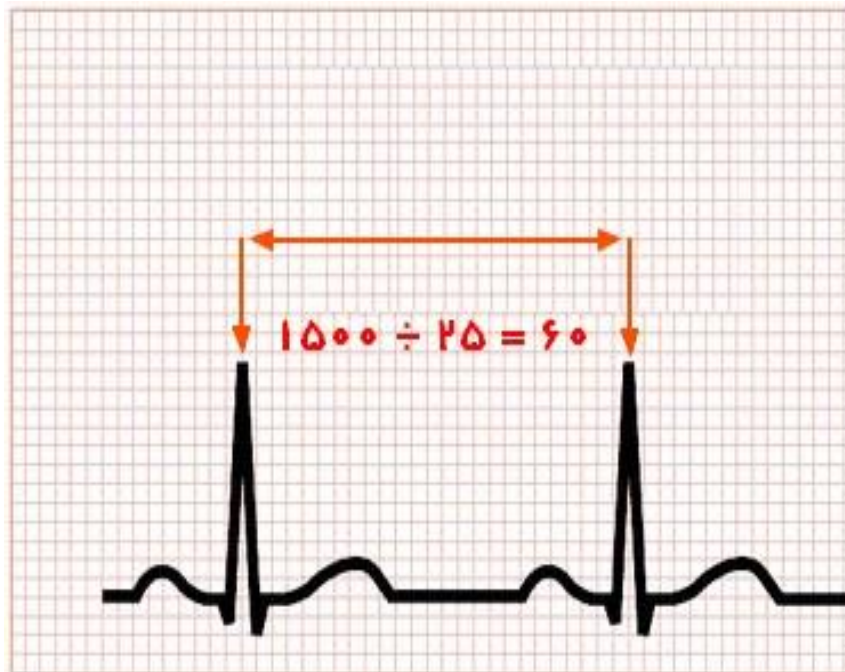
اول

$$\text{تعداد ضربانات} = \frac{300}{\text{تعداد خانه های بزرگ}}$$



## روش مربع‌های کوچک

چنانچه گفته شد، هر مربع کوچک بر روی محور افقی معادل  $0.04$  ثانیه است. با این پیش زمینه، در این روش تعداد مربع‌های کوچک بین دو کمپلکس QRS متوالی شمرده و بر عدد  $1500$  تقسیم می‌شود.



## روش ترتیبی (SEQUENTIAL)

○ در این روش یک موج را که دقیقاً بر روی یک خط تیره‌ی بزرگ قرار گرفته است پیدا کنید. خطوط تیره‌ی بعدی به ترتیب معرّف ۳۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۷۵، ۶۰ و ۵۰ هستند. یعنی اگر موج R بعدی روی خط تیره‌ی بعد افتاده باشد، تعداد ضربان قلب ۳۰۰ و اگر روی خط تیره‌ی دوم افتاده باشد، تعداد ضربان قلب ۱۵۰ است، الی آخر. در بسیاری از موارد چون موج R بعدی دقیقاً روی خط تیره واقع نمی‌شود، این روش یک محاسبه‌ی تخمینی است؛ اما چون به محاسبه‌ی خاصی احتیاج ندارد، روشی بسیار پرترفدار می‌باشد.



○ تعداد ضربان طبیعی قلب بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربه در دقیقه می‌باشد. اگر تعداد ضربان قلب از ۶۰ ضربه در دقیقه کمتر باشد، ریتم مورد نظر **برادیکاردی** (bradycardia) و اگر از ۱۰۰ ضربه در دقیقه بیشتر باشد **تاکیکاردی** (tachycardia) نام دارد.

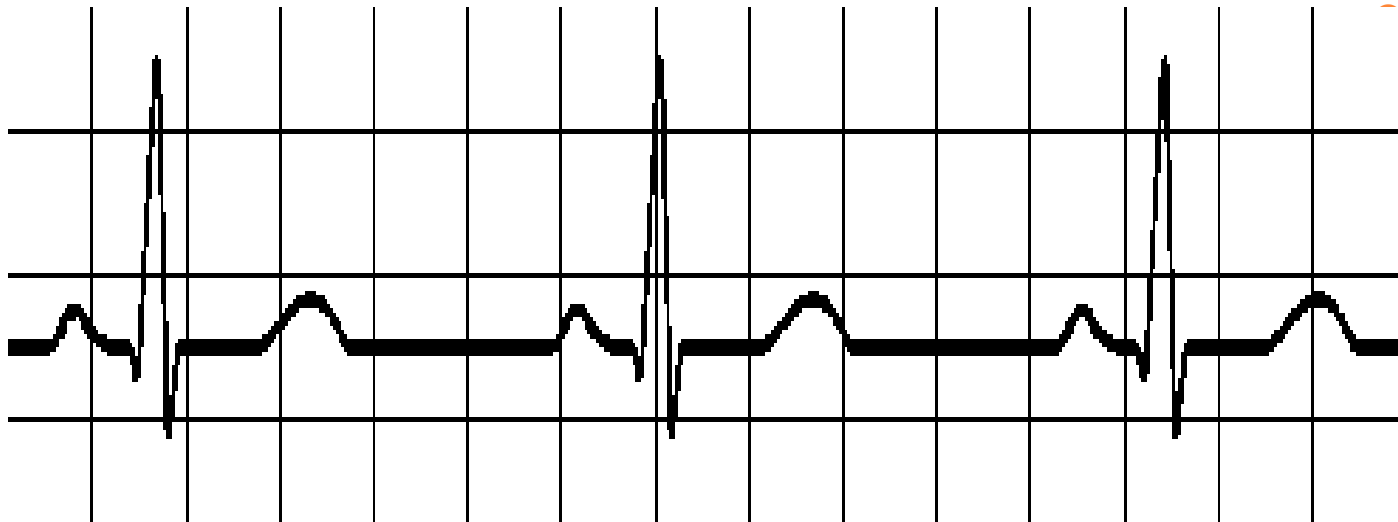


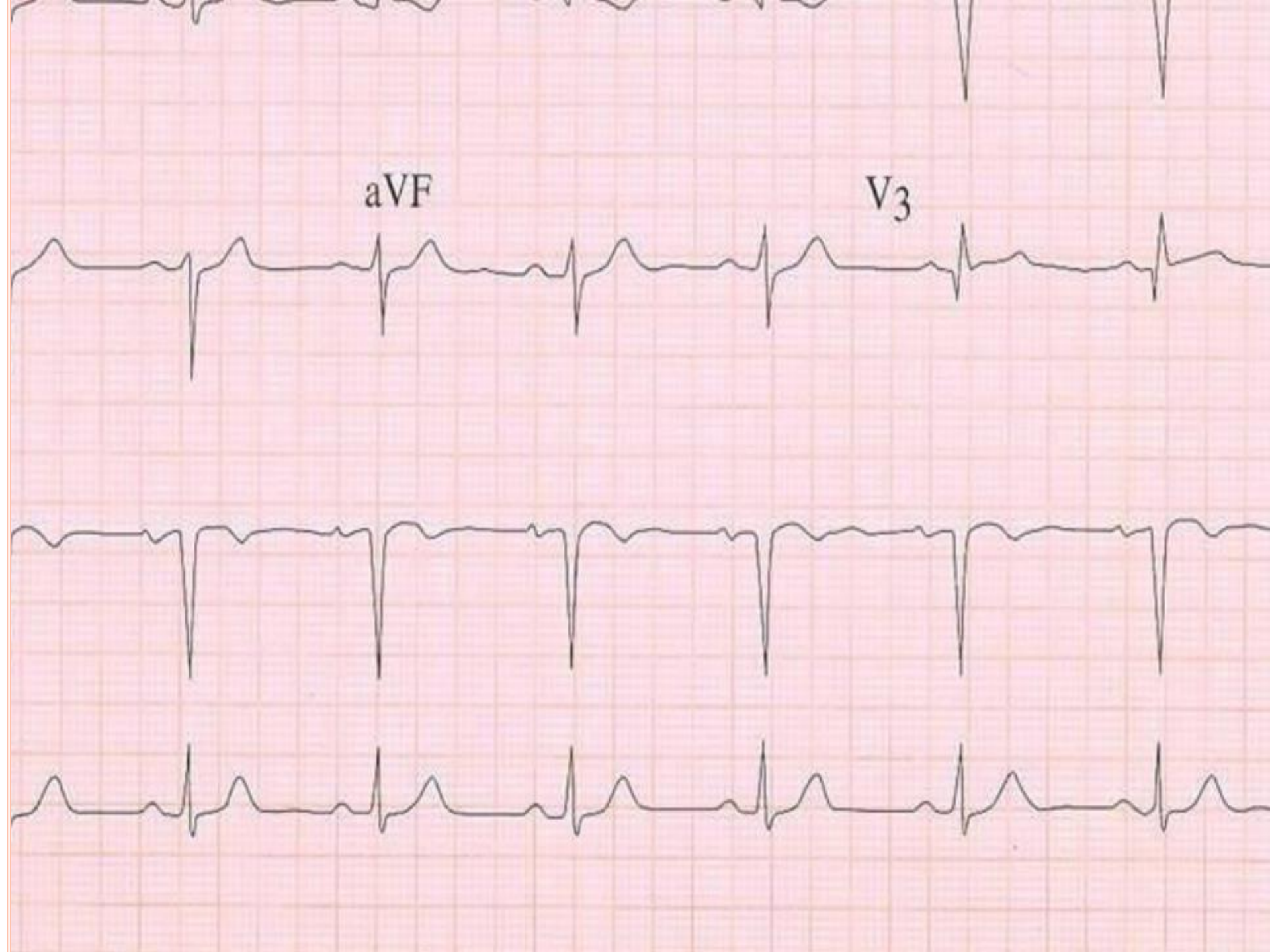


## قدم دوم: تعیین نظم

در این مرحله به فواصل R-R نگاه کنید. ۴ وضعیت زیر ممکن است وجود داشته باشد:

○ ۱- کاملاً منظم

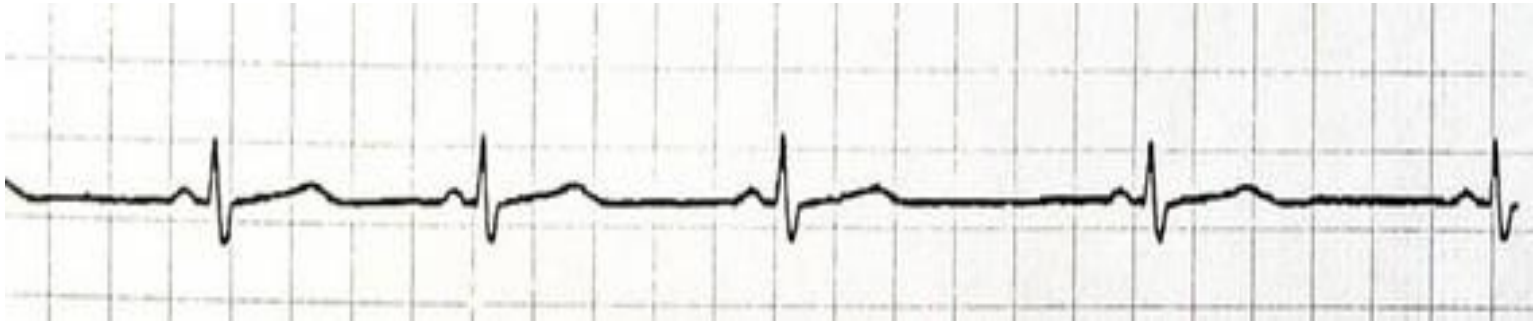




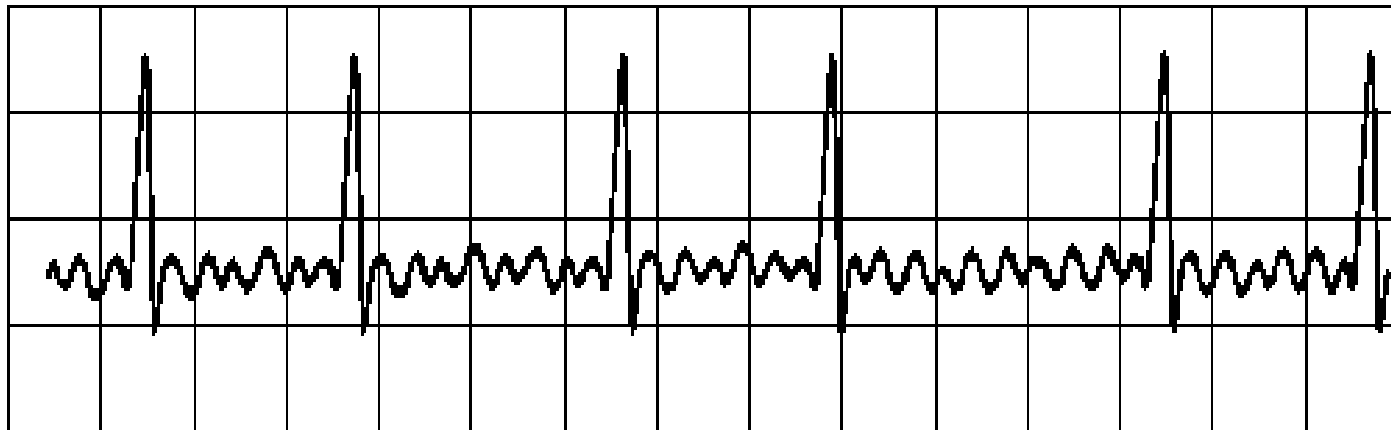
## ○ ۲- گاهی نامنظم



## ○ ۳- بی‌نظمی منظم



○ ٤- كاملاً نامنظم



## قدم سوم: بررسی امواج P

○ در این مرحله ۴ سوال زیر را از خود بپرسید:

○

○ ۱- آیا امواج P دیده می‌شوند؟

○ ۲- آیا شکل تمام امواج P به هم شبیه هستند؟

○ ۳- آیا فواصل P-P منظم هستند؟

○ ۴- آیا قبل از هر کمپلکس QRS یک موج P دیده می‌شود؟



## قدم چهارم: تعیین فاصله ی PR

- در این مرحله دو مورد زیر را بررسی کنید:
- 
- ۱- فاصله ی PR چقدر است؟ (به یاد داشته باشید نرمال این فاصله ۰/۱۲ تا ۰/۲۰ ثانیه است)
- ۲- آیا فواصل PR در تمام نوار ریتم ثابت هستند؟



## قدم پنجم: عرض کمپلکس QRS

- در این مرحله عرض کمپلکس QRS اندازه‌گیری می‌شود.  
این فاصله می‌بایست به طور طبیعی  $0.04$  تا  $0.11$  ثانیه باشد. علاوه بر این ببینید آیا این اندازه در تمام کمپلکس‌های QRS هم‌اندازه‌اند؟





○ اکنون اطلاعات مربوط به هر ۵ مرحله را جمع‌بندی کنید.  
با کنار هم گذاشتن این اطلاعات تشخیص و تفسیر  
ریتم‌ها از روی نوار قلب دیگر کار مشکلی نیست. فقط  
توجه داشته باشید اطلاعاتی را از قلم نینداخته باشید:



# قدم اول: تعیین سرعت ضربان قلب

• نرمال

•  برادیکاردی

•  تاکی کاردی







## قدم دوم: تعیین نظم

- کاملاً منظم
- گاهی نامنظم
- بی‌نظمی منظم
- کاملاً نامنظم



## قدم سوم: بررسی امواج P

- آیا امواج P وجود دارند؟
-  آیا شکل تمام امواج P به هم شبیه هستند؟
-  آیا فواصل P-P منظم‌اند؟
-   یا قبل از هر کمپلکس QRS یک موج P وجود دارد؟



## قدم چهارم: تعیین فاصله ی PR

- فاصله ی PR چقدر است؟
- آیا فاصله ی PR در تمام طول استریپ ثابت است؟ ◆



## قدم پنجم: تعیین عرض QRS

- عرض کمپلکس QRS چقدر است؟
- آیا این اندازه در تمام QRS ها ثابت است؟ ◆



