

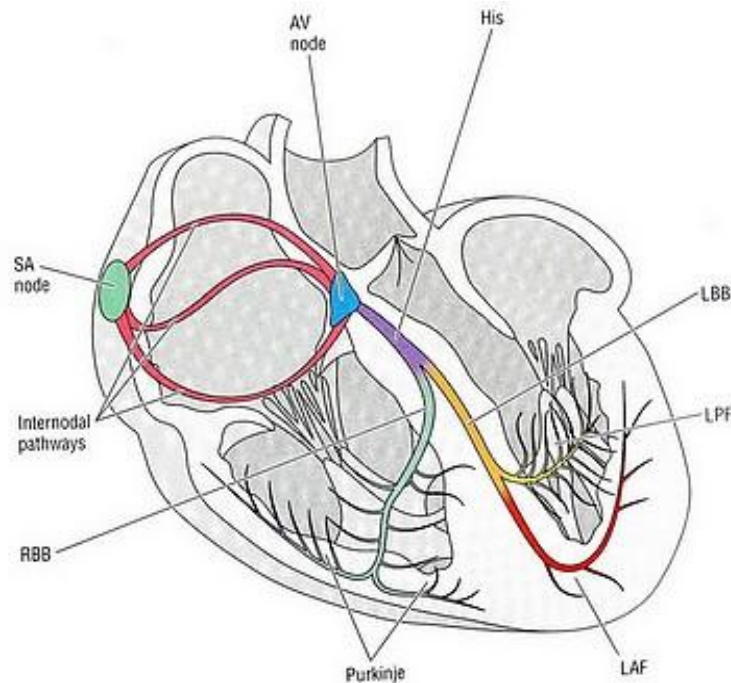
## مروری بر الکتروفیزیولوژی قلب

### جریان‌های الکتریکی قلب

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

### سیم‌کشی قلب

جرقه‌ی هر چرخه‌ی قلبی در نقطه‌ای از دهلیز راست قلب به نام **گره سینوسی-دهلیزی** (sinoatrial node/ SA node) زده می‌شود. 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:



جریان الکتریکی پس از خروج از گره سینوسی-دهلیزی توسط **مسیرهای بین‌گره‌ای** (internodal pathways) در دو دهلیز راست و چپ توزیع می‌شوند. سپس جریان برای عبور از دهلیزها و رسیدن به مناطق پایین‌تر (بطن‌ها) می‌بایست از ساختاری به نام **گره دهلیزی-بطنی** (atrioventricular node/ AV node) عبور کند. جریان الکتریکی در این نقطه مقداری توقف می‌کند و سپس وارد شاه‌راهی به نام **شاخه هیس** (bundle of His) می‌شود. در ادامه این شاه‌راه به دو مسیر به نام **شاخه‌های دسته‌ای راست و چپ** (bundle branches) تقسیم می‌شود که جریان را در بطن‌های راست و چپ توزیع می‌کنند. مسیرها، نهایتاً به الیاف‌های بسیار باریکی به نام **الیاف پورکینژ** (Purkinje fibers) می‌رسند که این الیاف امواج الکتریکی را به سلول‌های میوکارد منتقل می‌کنند.

## 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:

60-100	گره سینوسی
60-80	سلول‌های دهلیزی
40-60	پیوندگاه
20-40	سلول‌های بطنی

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 پیس‌میکر 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.

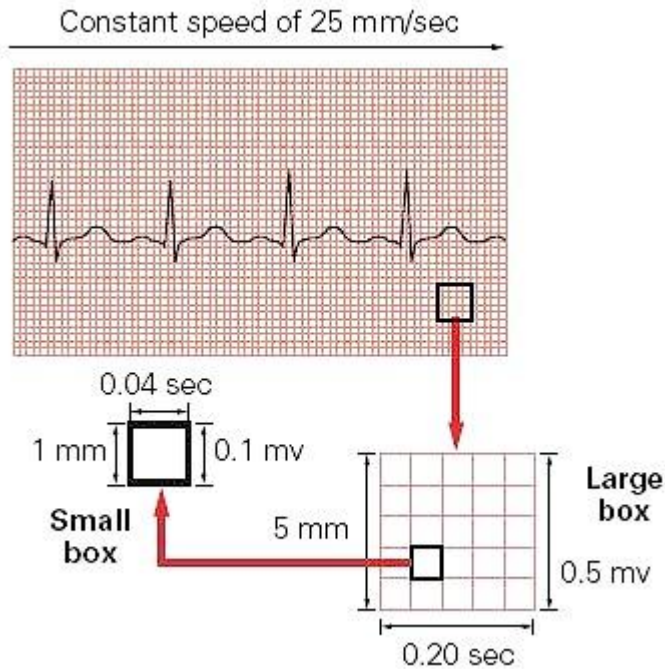
## مبانی تفسیر الکتروکاردیوگرام

- کاغذ الکتروکاردیوگرام
- شکل ECG و نام‌گذاری اجزای آن
- خصوصیات امواج الکتروکاردیوگرام
- نحوه‌ی خواندن الکتروکاردیوگرام

### 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 **5 مربع** ریز، با یک **خط تیره** از هم جدا شده‌اند، در نتیجه هر 25 مربع ریز تشکیل یک مربع درشت‌تر را می‌دهند. هر ضلع مربع‌های بزرگ **5 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 **25 میلی‌متر در ثانیه** وقایع الکتریکی قلب را ثبت می‌کند. پس هر مربع یک میلی‌متری بر روی محور افقی، معادل **0/04 ثانیه**، و هر مربع 5 میلی‌متری معادل **0/2 ثانیه** می‌باشد.



دستگاه الکتروکاردیوگراف به طور استاندارد، به نحوی تنظیم شده است که یک جریان الکتریکی با شدت یک میلی‌ولت موجی به اندازه‌ی 10 میلی‌متر بر روی کاغذ الکتروکاردیوگرام ترسیم خواهد کرد. بدین ترتیب هر مربع کوچک بر روی محور عرضی، معادل 0/1 میلی‌ولت و هر مربع بزرگ معادل 0/5 میلی‌ولت می‌باشد.

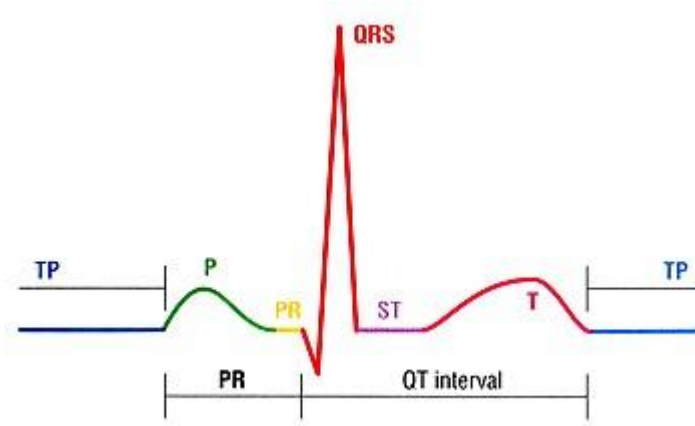
اگر هیچ انرژی الکتریکی وجود نداشته باشد دستگاه الکتروکاردیوگرام یک خط صاف را ترسیم می‌کند، این خط **خط ایزوالکتریک** نامیده می‌شود. **امواج مثبت** به شکل انحراف رو به بالا از خط ایزوالکتریک، و **امواج منفی** به شکل انحراف رو به پایین از خط ایزوالکتریک نمایش داده می‌شوند.

### 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 دیپلاریزاسیون 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 دیپلاریزاسیون از دهلیزها به بطن‌هاست. قسمت عمده این فاصله به علت وقفه ایپمالس در گره AV شکل می‌گیرد.

**کمپلکس QRS:** از مجموع سه موج تشکیل شده است و مجموعاً نشان دهنده دیپلاریزاسیون بطن‌هاست. 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.

**قطعه ST:** از انتهای کمپلکس QRS تا ابتدای موج T را قطعه ST نام‌گذاری کرده‌اند. این قطعه نشان‌دهنده مراحل ابتدایی ریپلاریزاسیون بطن‌هاست.

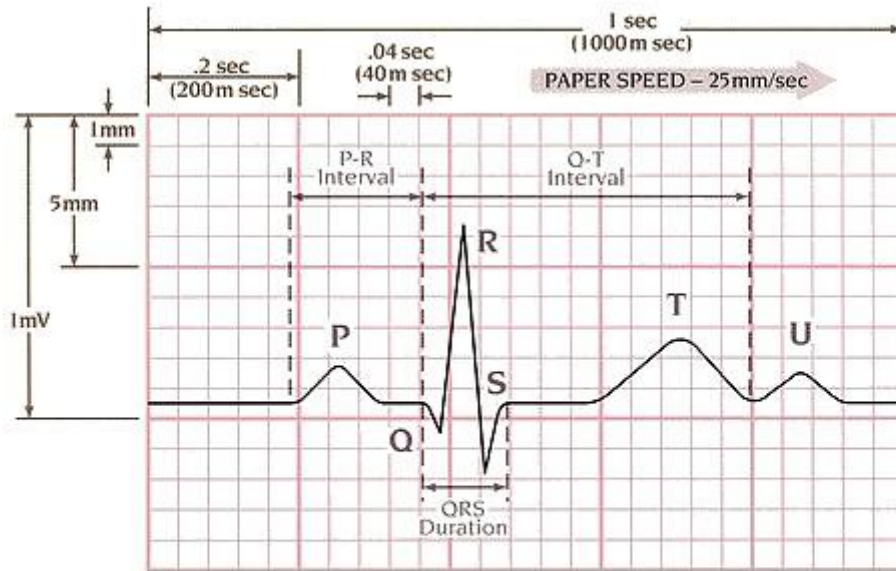
**موج T:** موجی گرد و مثبت می‌باشد که بعد از QRS ظاهر می‌شود. این موج نشان دهنده مراحل انتهایی ریپلاریزاسیون بطن‌هاست.

**فاصله QT:** از ابتدای کمپلکس QRS تا انتهای موج P می‌باشد و نشان دهنده زمان لازم برای مجموع فعالیت بطن‌ها در طی یک چرخه قلبی است.

**موج U:** موجی گرد و کوچک می‌باشد که بعد از T ظاهر می‌شود. این موج همیشه دیده نمی‌شود.



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:

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

### نحوه‌ی خواندن الکتروکاردیوگرام

برای تفسیر و اصطلاحاً خواندن یک ریتم قلبی، مسأله‌ی 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. ما روش 5 مرحله‌ای زیر را پیشنهاد می‌کنیم:

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 QR را مورد توجه قرار دهید.

### قدم اول: محاسبه‌ی سرعت ضربان قلب

برای تعیین سرعت ضربان قلب از روی الکتروکاردیوگرام، روش‌های متعددی وجود دارند. 4 روش شایع، در زیر معرفی می‌شوند.

روش اول: روش 6 ثانیه‌ای

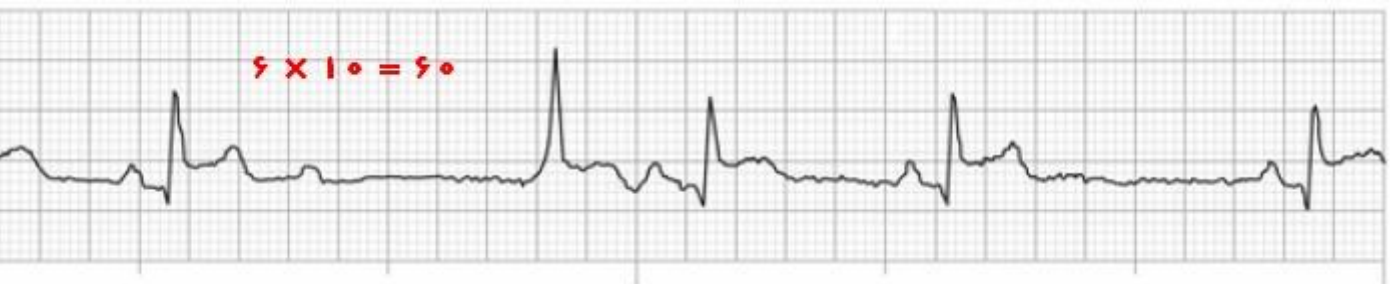
روش دوم: روش مربع‌های بزرگ

روش سوم: روش مربع‌های کوچک

روش چهارم: روش ترتیبی

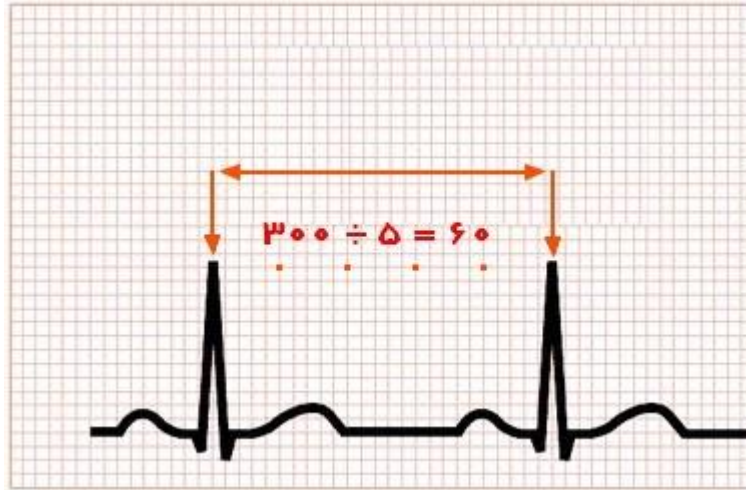
### روش 6 ثانیه‌ای

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، 6 ثانیه از یک نوار ریتم انتخاب می‌شود (30 مربع بزرگ)، و سپس تعداد کمپلکس‌های QRS در این فاصله‌ی 6 ثانیه‌ای شمرده و در عدد 10 ضرب می‌شود تا تعداد ضربان قلب در یک دقیقه به دست آید.



### روش مربع‌های بزرگ

چنانچه گفته شد، هر مربع برگ بر روی محور افقی معادل 0/2 ثانیه است. با این پیش زمینه، در این روش تعداد مربع‌های برگ بین دو کمپلکس QRS متوالی شمرده شده و بر عدد 300 تقسیم می‌شود.

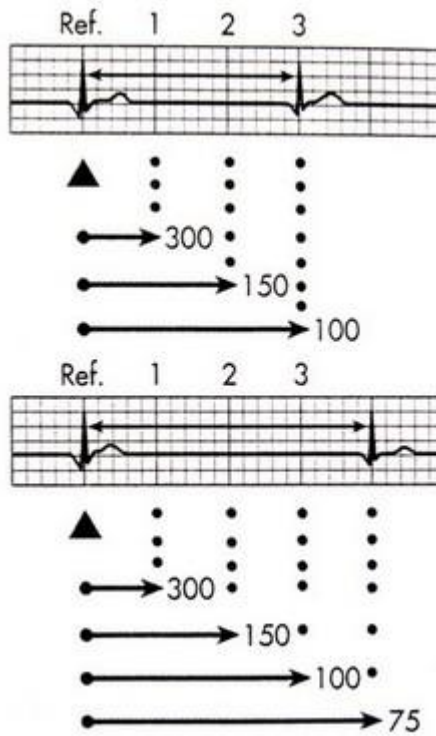


روش مربع‌های کوچک  
چنانچه گفته شد، هر مربع کوچک بر روی محور افقی معادل 0/04 ثانیه است. با این پیش زمینه، در این روش تعداد مربع‌های کوچک بین دو کمپلکس QRS متوالی شمرده و بر عدد 1500 تقسیم می‌شود.



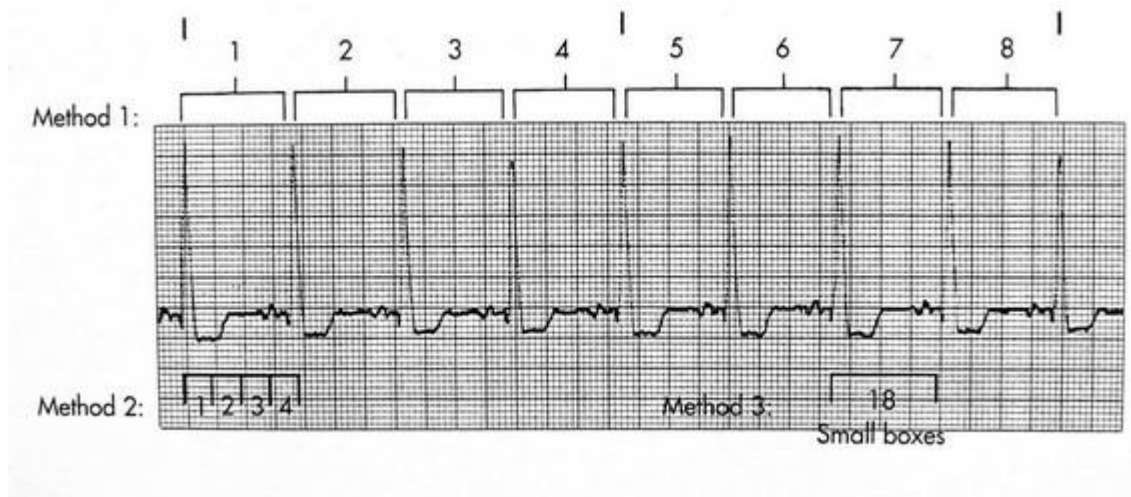
روش ترتیبی (sequential)  
در این روش یک موج را که دقیقاً بر روی یک خط تیره بزرگ قرار گرفته است پیدا کنید. خطوط تیره بعدی به ترتیب معرّف 300، 150، 100، 75، 60 و 50 هستند. یعنی اگر موج R بعدی روی خط تیره بعد افتاده باشد، تعداد ضربان قلب 300 و اگر روی خط تیره دوم افتاده باشد، تعداد ضربان قلب 150 است، الی آخر. در بسیاری از موارد چون موج R بعدی دقیقاً روی خط تیره واقع نمی‌شود، این روش یک محاسبه تخمینی است؛ اما چون به محاسبه خاصی احتیاج ندارد، روشی بسیار پرطرفدار می‌باشد.

<http://iranmc.parsfa.com>



تعداد ضربان طبیعی قلب بین 60 تا 100 ضربه در دقیقه می باشد. اگر تعداد ضربان قلب از 6 ضربه در دقیقه کمتر باشد، ریتم مورد نظر **برادیکاردی** (bradycardia) و اگر از 100 ضربه در دقیقه بیشتر باشد، **تاکیکاردی** (tachycardia) نام دارد.



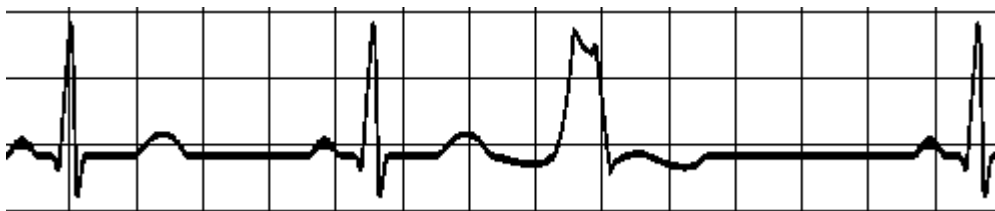


قدم دوم: تعیین نظم  
در این مرحله به فواصل R-R نگاه کنید. 4 وضعیت زیر ممکن است وجود داشته باشد:

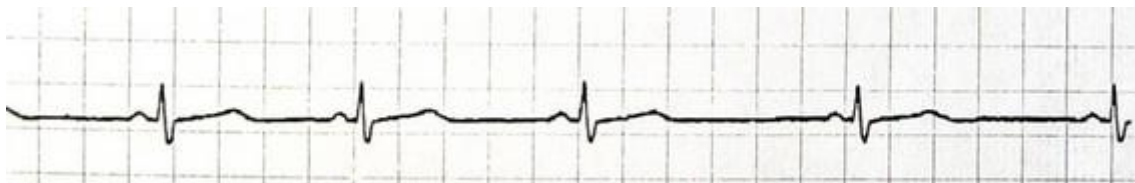
1- کاملاً منظم



2- گاهی نامنظم



3- بی‌نظمی منظم



4- کاملاً نامنظم



**قدم سوم: بررسی امواج P**

در این مرحله 4 سوال زیر را از خود بپرسید:

- 1- آیا امواج P دیده می‌شوند؟
- 2- آیا شکل تمام امواج P به هم شبیه هستند؟
- 3- آیا فواصل P-P منظم هستند؟
- 4- آیا قبل از هر کمپلکس QRS یک موج P دیده می‌شود؟

**قدم چهارم: تعیین فاصله‌ی PR**

در این مرحله دو مورد زیر را بررسی کنید:

- 1- فاصله‌ی PR چقدر است؟ (به یاد داشته باشید نرمال این فاصله 0/2-0/12 ثانیه است)
- 2- 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 0/2 ثانیه باشد. علاوه بر این ببینید آیا این اندازه در تمام کمپلکس‌های QRS هم‌اندازه‌اند؟

اکنون اطلاعات مربوط به هر 5 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
- تاکی‌کاردی

**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؟

<http://iranmc.parsfa.com>

**قدم چهارم:** تعیین فاصله‌ی PR

- فاصله‌ی PR چقدر است؟
- آیا فاصله‌ی PR در تمام طول استریپ ثابت است؟

**قدم پنجم:** تعیین عرض QRS

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