بنام خدا

اساس الکتروکاردیوگرافی

ECG

الکتروکاردیوگرافی:

- ثبت امواج حاصل از فعالیت الکتریکی قلب توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف
- در الکتروکاردیوگرافی الکترودهایی که روی اندامها و قفسه سینه قرار گرفتند، فعالیت الکتریکی قلب را در جهات مختلف ثبت میکنند.

الکتروکاردیوگرام:

منحنی ثبت شده توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف که نماد عینی فعالیت الکتریکی قلب است.

موارد استفاده الکتروکاردیوگرام

۱- تشخیص بیماریهای شریان کرونری

۲- تعیین تعداد ضربان قلب

۳- تعیین محور الکتریکی قلب

۴- آریتمی و بلاک های قلبی

۵- هایپرتروفی حفرات قلب

۶- اختلالات الکترولیتی

۷- اثر داروها روی قلب

۸- آنوریسم و پریکاردیت

۹- اثر بیماریهای سیستمیک روی قلب

۱۰- بررسی عملکرد پیس میکر قلبی

اساس الکتروکاردیوگرافی

به طور کلی الکتروکاردیوگرام تصویر یک دپولاریزاسیون و رپولاریزاسیون عضله قلب میباشد.

تغییرات حاصل از پتانسیل عمل بوسیله دستگاه به صورت منحنی مثبت (بالا رونده) و یا منفی (پایین رونده) رسم میشود.

جهت منحنی بستگی به محل قرار گیری الکترود مثبت نسبت به جهت جریان الکتریکی قلب دارد:

- ✓ وقتی یک نیروی الکتریکی متوجه الکترود مثبت یک لید باشد، منحنی بالارو ترسیم میشود.
- ✓ وقتی نیروی الکتریکی در خلاف جهت الکترود مثبت یک لید باشد، منحنی پایین رو ترسیم میشود.

لیدهای الکتروکاردیوگرام

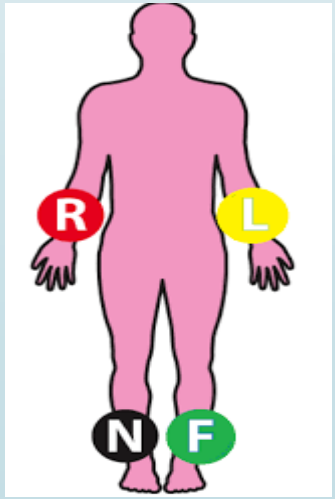
- یک لید، یک نما از زاویه خاص به فعالیت الکتریکی قلب است.
- الکتروکاردیوگرام استاندارد دارای ۱۲ لید است، هر لید از دو قطب مثبت و منفی تشکیل شده و در واقع الکتروکاردیوگراف اختلاف پتانسیل بین این دو الکترود را ترسیم میکند.

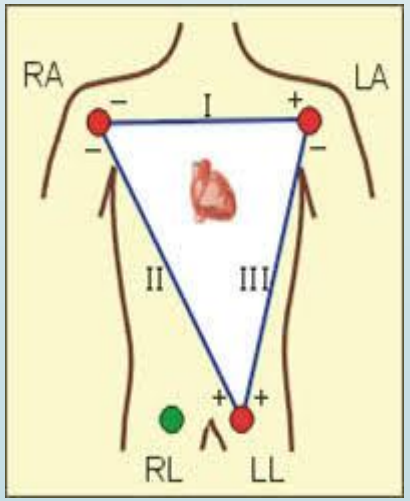
لیدهای الکتروکاردیوگرام
- لیدهای اندامی
  - لیدهای دو قطبی I, II, III
  - لیدهای یک قطبی AVR, AVF, AVL
- لیدهای جلوی سینه ای V_1- V_6

لیدهای دو قطبی اندام ها I, II, III

- معرفی توسط اینتهوون
- در ابتدا فقط از این سه لید استفاده میشد.
- تشخیص ۸۰-۹۰٪ اختلالات EKG

- **لید I:** الکترود مثبت دست چپ و الکترود منفی دست راست
- **لید II:** الکترود مثبت پای چپ و الکترود منفی دست راست
- **لید III:** الکترود مثبت پای چپ و الکترود منفی دست چپ
- پای راست را به سیم اتصال به زمین وصل میکنند که نقشی در بوجود آمدن منحنی EKG ندارد ولی جلوی پارازیتها را میگیرد
- محل بستن الکترود این لیدها معمولا در ناحیه مچ است.





لیدهای یک قطبی اندامها AVF, AVL,AVR

- معرفی توسط ویلسون در سال ۱۹۳۲
- در این لیدها الکترود مثبت به نقطه ای از بدن مانند اندامها و الکترود منفی به نقطه صفر وصل میشود.

ترمینال مرکزی ویلسون: دست چپ، دست راست و پای چپ را به واسطه یک سیم دارای مقاومت ۵۰۰۰ اهم به یکدیگر متصل میکنند، مرکز این اتصالها به عنوان نقطه صفر بدست می آید.

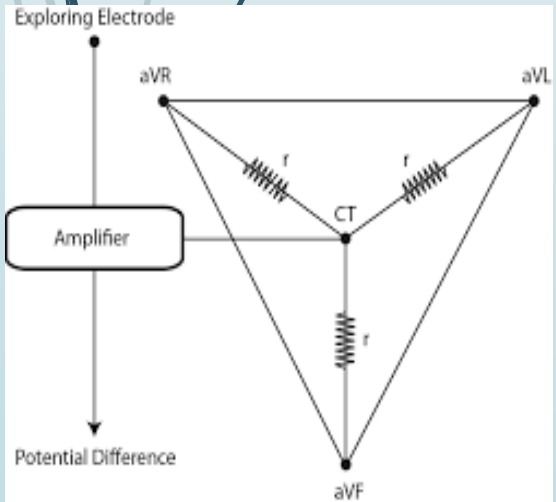
لیدهای یک قطبی اندامها:

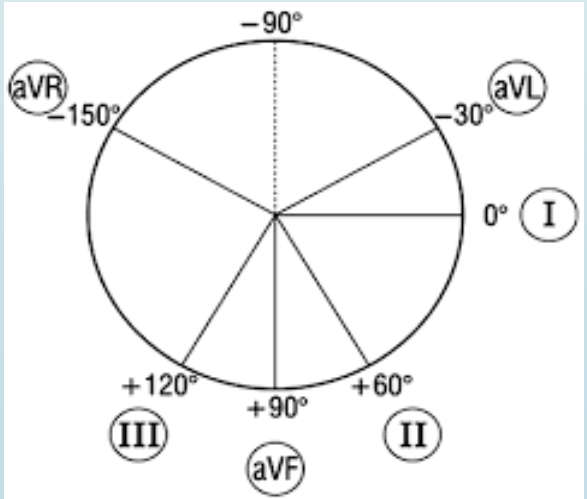
۱- لید تقویت شده دست راست یا AVR

۲- لید تقویت شده دست چپ یا AVL

۳- لید تقویت شده پای چپ یا AVF

- محور هر لید یک قطبی اندامها با محور یک لید دو قطبی اندامها عمود بر یکدیگر هستند، از لیدهای عمود بر یکدیگر جهت تعیین محور الکتریکی قلب استفاده میشود.





AVF و I　　AVL و II　　AVR و III

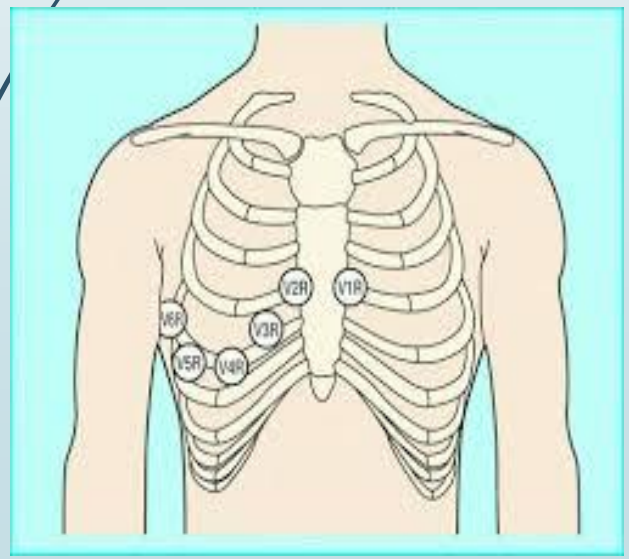
لیدهای جلوی قلبی Precordial Leads

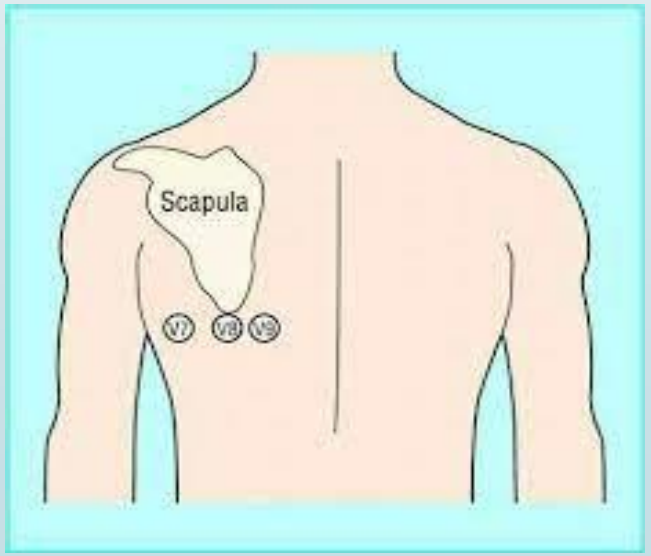
- شامل لیدهای V_1-V_6
- این لیدها در واقع یک قطبی هستند زیرا الکترود مثبت پتانسیل نواحی مختلف جلوی قلبی را در مقابل پتانسیل نقطه صفر ثبت میکند.

- **لیدهای جلوی قلبی:**
- V_1: چهارمین فضای بین دنده ای سمت راست استرنوم
- V_2: چهارمین فضای بین دنده ای سمت چپ استرنوم
- V_3: بین V_2 و V_4
- V_4: پنجمین فضای بین دنده ای روی خط میدکلاویکولار
- V_5: پنجمین فضای بین دنده ای روی خط آنتریور آگزیلاری
- V_6: پنجمین فضای بین دنده ای روی خط مید آگزیلاری

- **گاهی در شرایط خاص از لیدهای دیگر روی جدار قفسه سینه استفاده میشود:**
- V_7: پنجمین فضای بین دنده ای روی خط خلفی زیر بغل
- V_8: پنجمین فضای بین دنده ای روی خط خلفی استخوان کتف
- V_9: پنجمین فضای بین دنده ای سمت چپ ستون مهره ها

- V_9R- V_3R: الکترود مثبت روی نیمه راست قفسه سینه در نقاط قرینه سمت چپ قرار داده میشود.



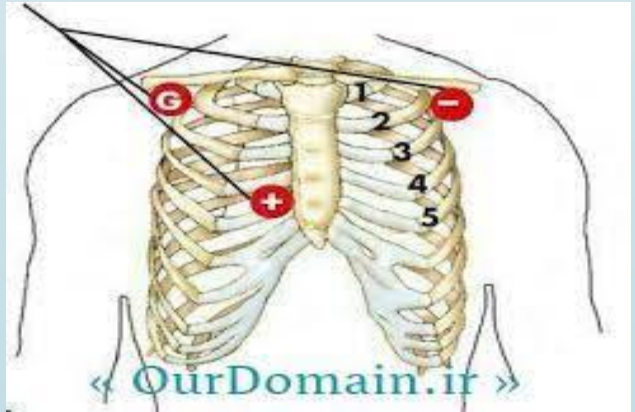


مانیتورینگ ریتم قلبی

- به منظور بررسی ریتم قلبی و تشخیص سریع آریتمی در بخش CCU
- بهترین لیدها جهت مانیتورینگ: II و MCL_1
- لید II شایع ترین لید جهت مانیتورینگ بیماران میباشد زیرا نمای خوبی از دپولاریزاسیون دهلیزها و بطن ها نشان میدهد.
- گاهی برای مانیتورینگ ریتم قلبی از لید I و III نیز استفاده میشود.

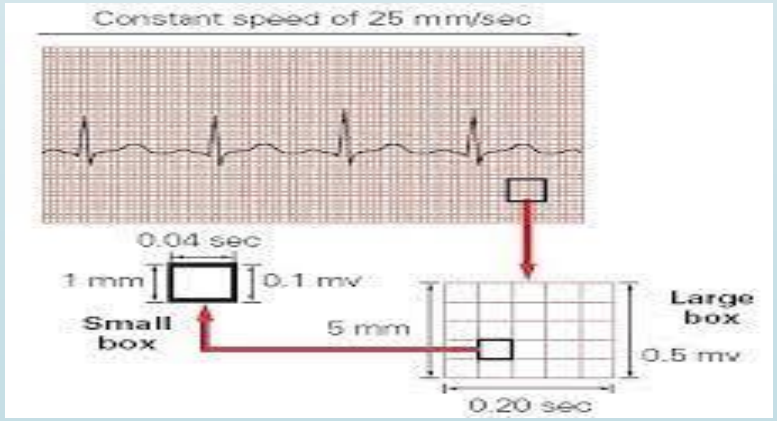
- لید MCL_1: شبیه لید V_1 میباشد، که جهت تشخیص بلاکهای شاخه های هدایت داخل بطنی، منشا ریتم نابجای بطنی و هایپرتروفی یکی از بهترین لیدهاست.

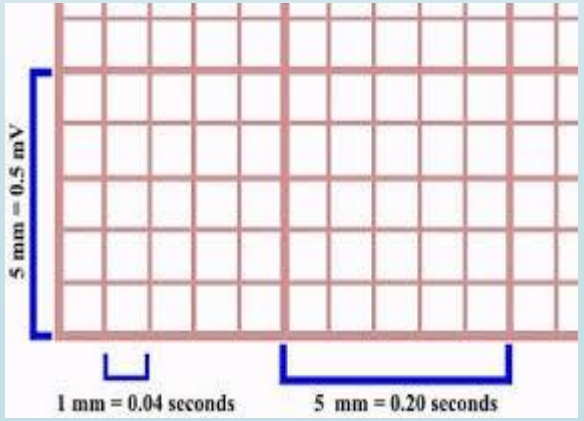
- برای داشتن لید MCL_1 : الکترود اکتشافی (مثبت یا زرد رنگ) در ناحیه V_1، الکترود بی تفاوت (منفی یا قرمز رنگ) روی شانه چپ و الکترود اتصال به زمین (سیاه رنگ) روی شانه راست بیمار قرار میگیرد.



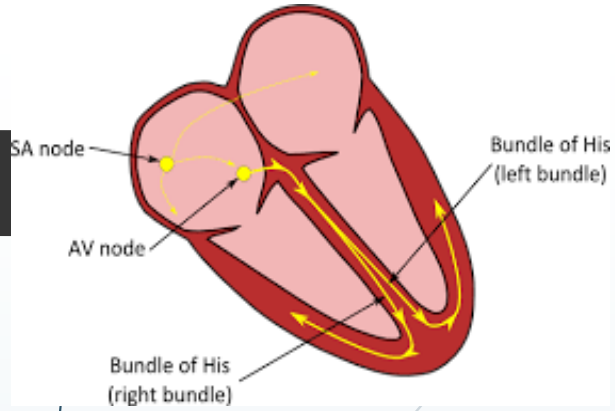
کاغذ الکتروکاردیوگرافی

- EKG روی کاغذ شطرنجی ترسیم میشود.
- کوچکترین مربعات به مساحت 1 mm میباشد.
- هر ۲۵ مربع کوچک به وسیله خطوط پررنگ تری احاطه شده و مربعات بزرگتر را بوجود می آورد (ابعاد ۵ در ۵ mm)
- روی کاغذ EKG
  - محور افقی مربوط به زمان بر حسب ثانیه
  - محور عمودی مربوط به ولتاژ الکتریکی برحسب میلی ولت یا میلی متر
- از آنجا که سرعت عبور کاغذ EKG ۲۵ میلی متر در ثانیه است، بعد افقی مربع کوچک نماینده ۰/۰۴ ثانیه از زمان است و بعد عمودی مربع کوچک نماینده ۰/۱ میلی ولت یا ۱ میلی متر است
- بنابراین بعد افقی مربع بزرگ نماینده ۰/۲۰ ثانیه از زمان و بعد عمودی مربع بزرگ نماینده ۰/۵ میلی ولت یا ۵ میلی متر است.



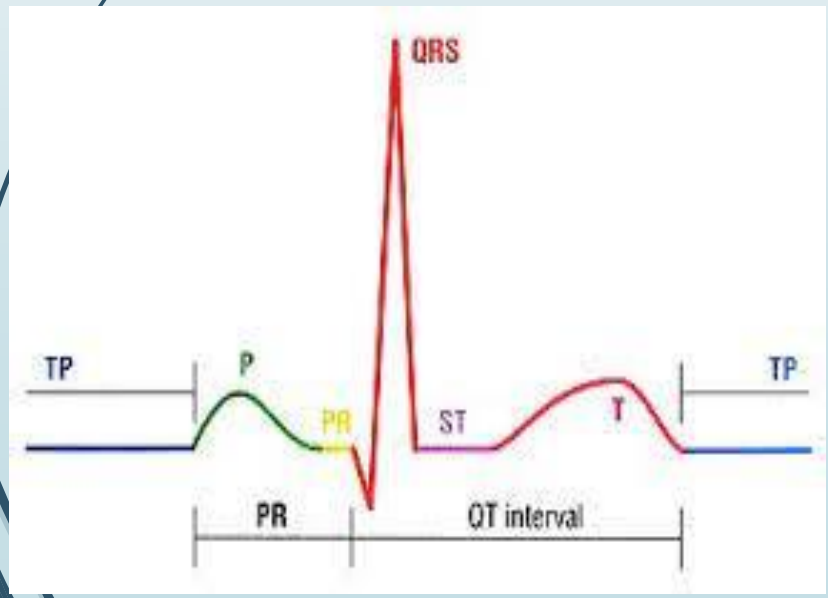


اجزای یک ضربه الکتریکی



- هر ضربه الکتریکی قلب سبب ایجاد یک موج P، کمپلکس QRS، موج T و موج U میشود.

- SA Node ضربان ساز قلب است ولی چون جریان الکتریکی تولیدی آن کم است و به الکترودها نمیرسد هیچ علامتی در EKG ایجاد نمیکند.
  - موج **دپولاریزاسیون دهلیزی** : موج P
  - **موج رپولاریزسیون دهلیزی:** Ta
  - **موج دپولاریزاسیون بطنی:** کمپلکس QRS
  - **موج رپولاریزاسیون بطنی:** موج T
  - **موج رپولاریزاسیون آهسته عضلات پاپیلر:** موج U

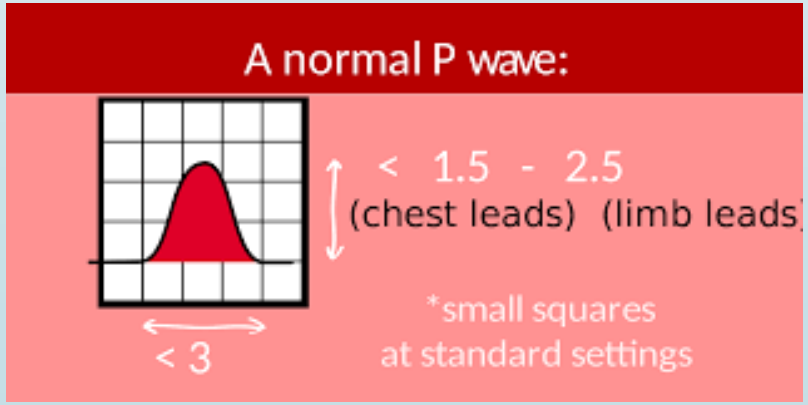


- **Segment:** خط ایزوالکتریک بین امواج
- **Interval:** شامل موج و خط ایزوالکتریک بین امواج

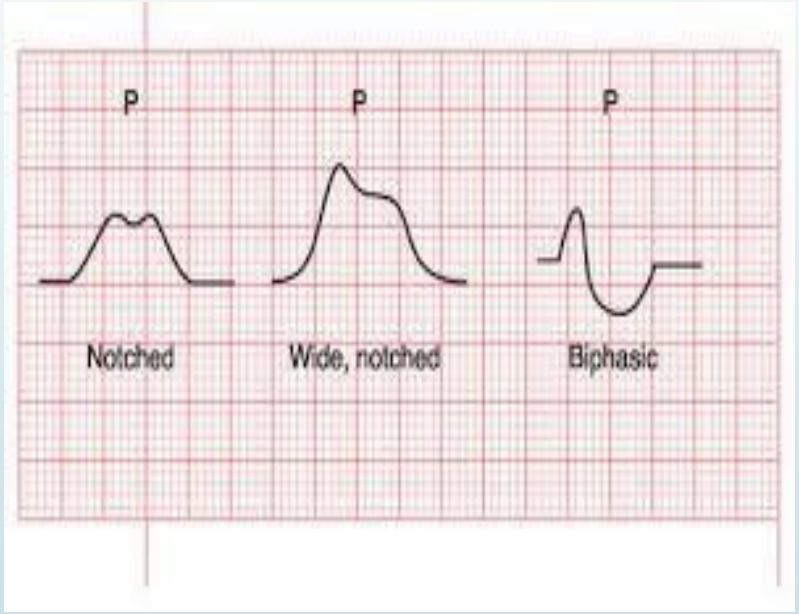
P Wave

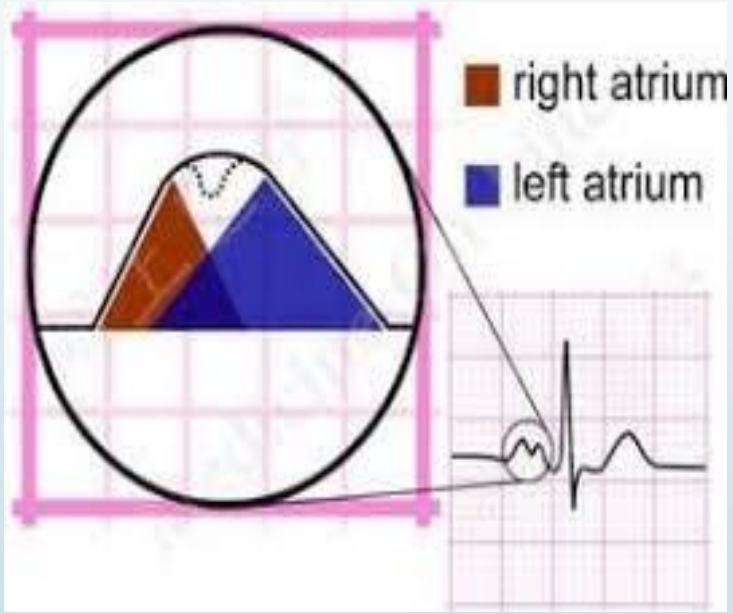
- اولین موج ضربه الکتریکی قلب در EKG
- نماینده دپولاریزاسیون دهلیزها
- جز اول موج P مربوط به انقباض دهلیز راست و جز دوم موج مربوط به انقباض دهلیز چپ
- شکل موج مدور
- ارتفاع در تمام لیدها کمتر از 3 mm
- مدت زمان موج از ۰/۱۱ ثانیه تجاوز نمیکند.

- موج P شکافدار و زمان بیشتر ۰/۱۲ ثانیه در لید II ⟵ هایپرتروفی دهلیز چپ
- اگر EKG به صورت صحیح گرفته شود و الکترود اندامها درست بسته شود و موج P در لید I منفی باشد نشاندهنده دکستروکاردیا میباشد.



- موج P ⟵ لید I و II (مثبت)
  - لید III (منفی یا بای فازیک)
  - لید AVR (منفی)
  - لید AVF (غالبا مثبت)
  - سایرلیدها جهت متغیر

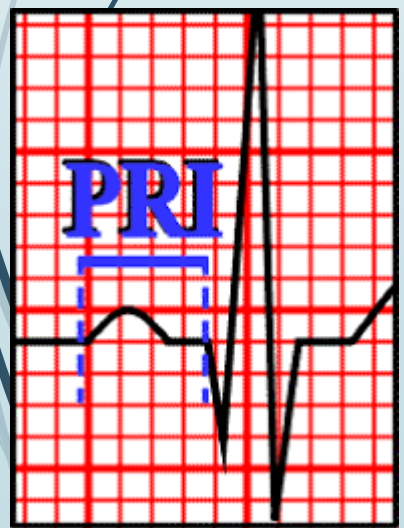

P
P
P
Notched
Wide, notched
Biphasic

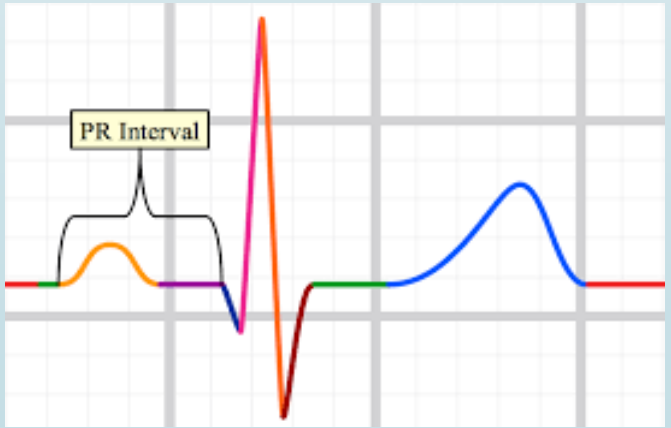

right atrium
left atrium

PR Interval

- ابتدای موج P تا ابتدای کمپلکس QRS
- مدت زمان طبیعی ۰/۱۲-۰/۲۰ ثانیه و در بچه ها مقداری کمتر

- Pr Interval
  - در بلاکهای گره AV و تب رماتیسمی ↑
  - در سندروم WPW ↓



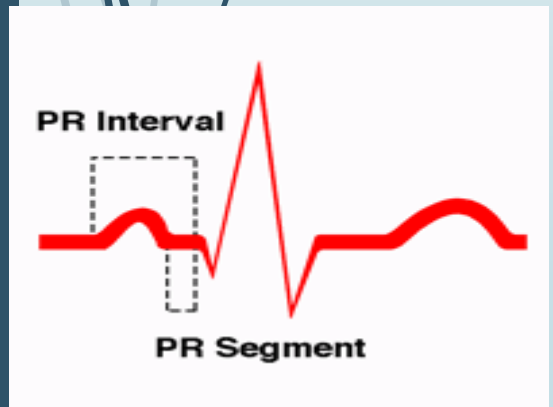


PR Segment

- انتهای موج P تا ابتدای کمپلکس QRS
- مشخصه مدت زمانی که موج رپولاریزاسیون از گره AV میگذرد و به بطن میرسد.
- مدت زمان طبیعی ۰/۰۲-۰/۱۲ ثانیه
- طولانی شدن آن نشاندهنده بیماری گره AV

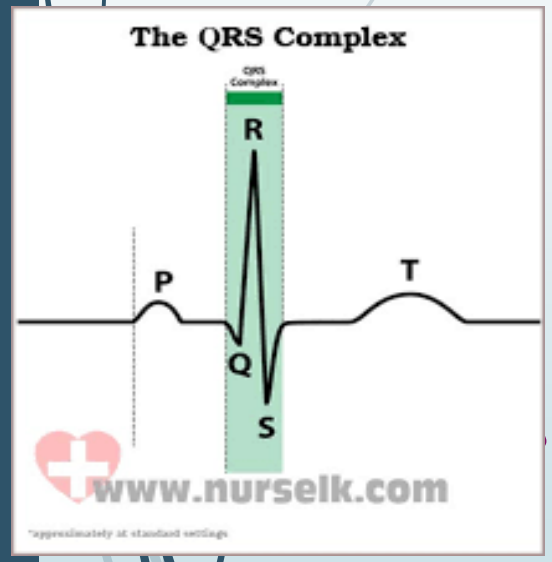
موج رپولاریزاسیون دهلیزی (Ta): در کمپلکس QRS ادغام شده و دیده نمیشود، در موارد بلاک دهلیزی بطنی درجه ۱ و ۳ ممکن است دیده شود.

- جهت آن برعکس موج P میباشد.



QRS Complex

- از ابتدای موج Q یا R (در صورت فقدان موج Q) تا انتهای موج S یا R (در صورت فقدان موج S)
- مدت زمان طبیعی ۰/۰۵-۰/۱۰ ثانیه
- این موج نماینده دپولاریزاسیون بطنی هست لذا مهمترین جز ضربه الکتریکی قلب در EKG میباشد.



ترتیب نامگذاری اجزا کمپلکس:

۱- **اولین قسمت پایین رو یا منفی** (موج Q): نماینده دپولاریزاسیون بین بطنی

۲- **اولین موج بالارو یا مثبت بعد از PR Interval** (موج R): نماینده دپولاریزاسیون قسمت اعظم بطن چپ

۳- **موج منفی بعد از موج R** (موج S): نماینده دپولاریزاسیون قسمت بالای قاعده ای دیواره بطن چپ

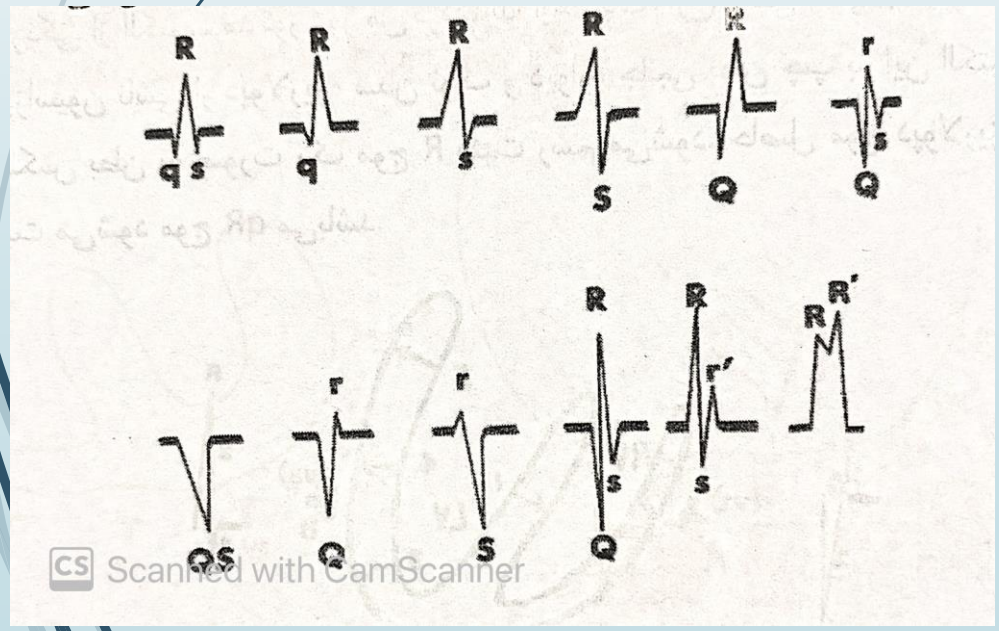
- ✓ موجهای مثبت بعد از R اولیه را به ترتیب R' و R'' مینامند.
- ✓ موجهای منفی بعد از موج S اولیه را به ترتیب S' و S'' مینامند.

- برای نشان دادن کوچک یا بزرگ بودن نسبی قسمت مثبت و منفی کمپلکس QRS از حروف کوچک یا بزرگ انگلیسی استفاده میشود
  - ارتفاع اجزا کمتر از 5 mm (حروف کوچک)
  - ارتفاع اجزا بیشتر از 5 mm (حروف بزرگ)

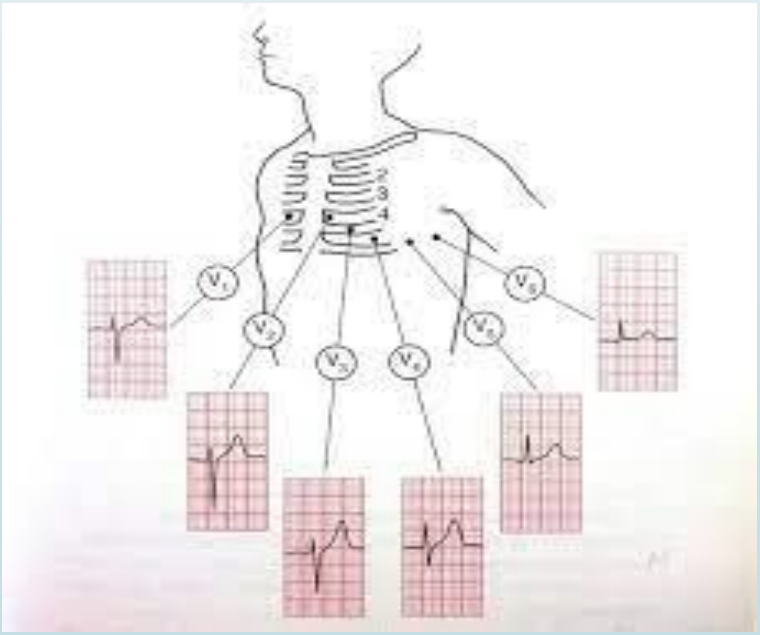
معمولا به تدریج از لید V_1 به طرف V_6 بر ارتفاع موج R اضافه و از عمق موج S کاسته میشود.

به طور کلی هرچه الکترود مثبت یک لید جلو سینه به نوک قلب نزدیکتر باشد ارتفاع موج R در آن لید بیشتر است.

Transitional zone: در لید V_3 و V_4 ارتفاع موج R و S برابر میشود.



Scanned with CamScanner



بررسی کمپلکس QRS از نظر موارد ذیل

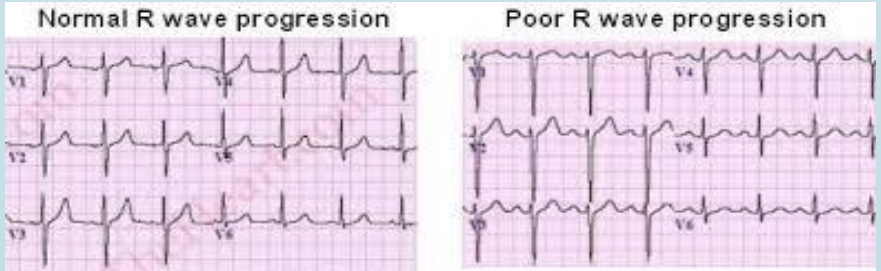
۱ـ مدت زمان: ۰/۰۵-۰/۱۰ ثانیه در لیدهای جلو سینه ای کمی طولانی تر از لیدهای اندامی

اگر زمان QRS بیشتر از ۰/۱۲ ثانیه شود غیرطبیعی است، این حالت در بلاکهای شاخه ای و آریتمی های بطنی دیده میشود.

۲ـ ارتفاع یا ولتاژ: ارتفاع QRS کاملا متغیر است. ارتفاع کمتر از 5 mm در لیدهای اندامی غیر طبیعی بوده و به آن Low Voltage میگویند. (بیماریهای شریان کرونری، نارسایی قلب، پریکاردیال افیوژن، میکزدم، آمفیزم ریوی و افراد چاق)

- ✓ مجموع ارتفاع QRS در سه لید دو قطبی اندام بیشتر از 40mm: بیمار High Voltage
- ✓ در لیدهای جلو سینه ای معمولا ولتاژ طبیعی از 25-30 mm تجاوز نمیکند.

اگر ولتاژ از حد معمول زیادتر باشد همراه با علائم اختصاصی دیگر تشخیص هایپرتروفی بطنها مطرح میشود.



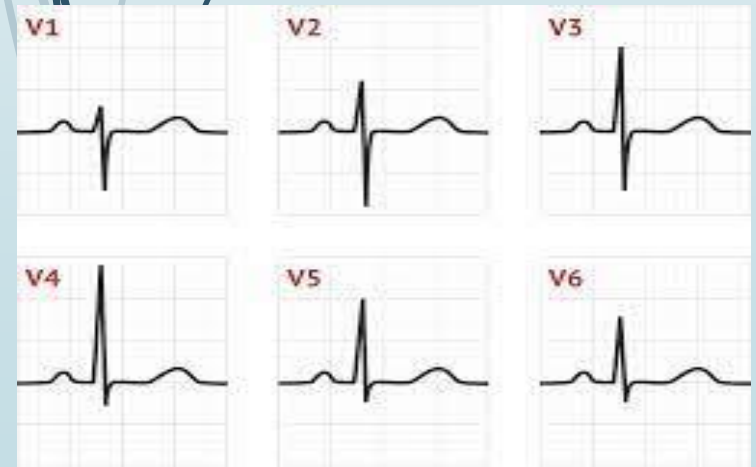
۳- موج Q: این موج در تشخیص انفارکتوس میوکارد اهمیت دارد.

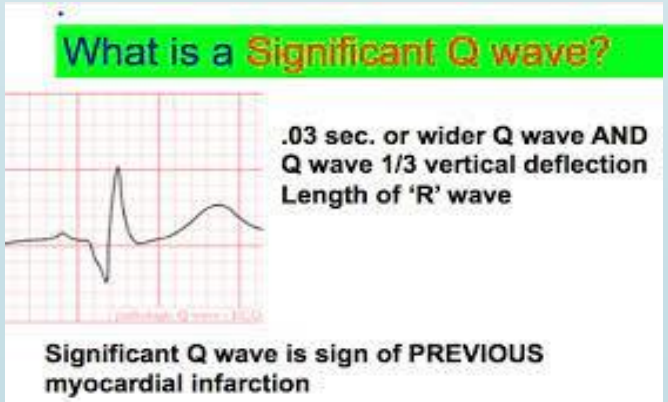
نشانه های موج Q غیرطبیعی: زمان آن بیشتر از ۰/۰۴ ثانیه و ارتفاع آن بیشتر از ۱/۳ موج R

از بین رفتن موج Q در لیدهایی که باید به طور طبیعی وجود داشته باشند دلیل بر غیر طبیعی بودن EKG است.

۴- محور الکتریکی قلب

۵- تغییرات ارتفاع QRS: در لید V1 موج R کوچک و موج S عمیق میباشد و بالعکس در لید V6 موج Q کوچک، موج R بلند و موج S کوچک وجود دارد.



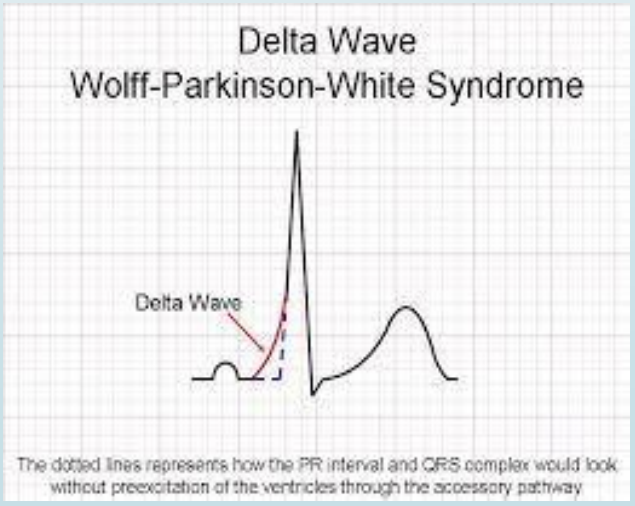


۶- شکل QRS: در آریتمی های بطنی شکل QRS غیرطبیعی است.

در سندروم WPW موج دلتا وجود دارد (راه هدایتی فرعی اضافی بین دهلیزها و بطن ها)

۷- مدت زمان VAT: بیانگر مدت زمانی است که طول میکشد تا تحریک از اندوکارد به اپیکارد برسد. این فاصله از شروع کمپلکس QRS تا قله R میباشد. در تشخیص هایپرتروفی بطنها کاربرد دارد.

- ✓ VAT در لیدهای سمت چپ پریکوردیال از ۰/۰۴ ثانیه و در لیدهای سمت راست پریکوردیال از ۰/۰۲ ثانیه نباید بیشتر باشد.



- کمپلکس QRS
  - I, II, V_5 و V_6 مثبت
  - AVR, V_1, V_2 منفی
  - AVL, III, V_3, V_4 متغیر
  - AVF متغیر (غالبا مثبت)

جدول شماره ۱-۶: جهت طبیعی موج P، کمپلکس QRS، و موج T در ۱۲ لید استاندارد

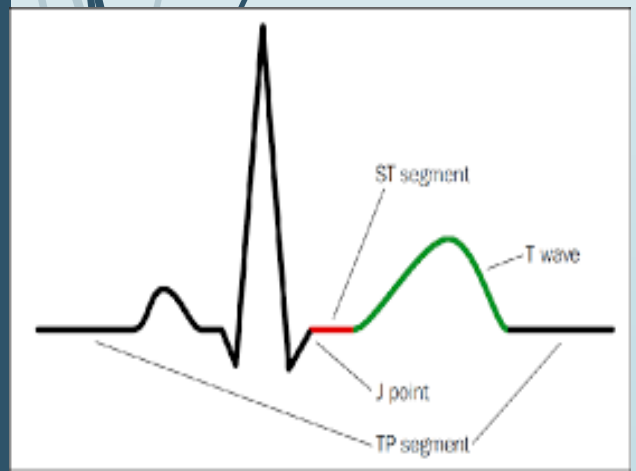
اشتقاق	موج P	موج QRS	موج T
I	مثبت	مثبت	مثبت
II	مثبت	مثبت	مثبت
III	متغیر (غالباً منفی یا بیفازیک)	متغیر	متغیر
aVR	منفی	منفی	منفی
aVL	متغیر	متغیر	متغیر
aVF	متغیر (غالباً مثبت)	متغیر (غالباً مثبت)	متغیر (غالباً مثبت)
V_1	متغیر	منفی	متغیر
V_2	غالباً مثبت	منفی	متغیر (غالباً مثبت)
V_3	غالباً مثبت	متغیر	مثبت
V_4	غالباً مثبت	متغیر	مثبت
V_5	غالباً مثبت	مثبت	مثبت
V_6	غالباً مثبت	مثبت	مثبت

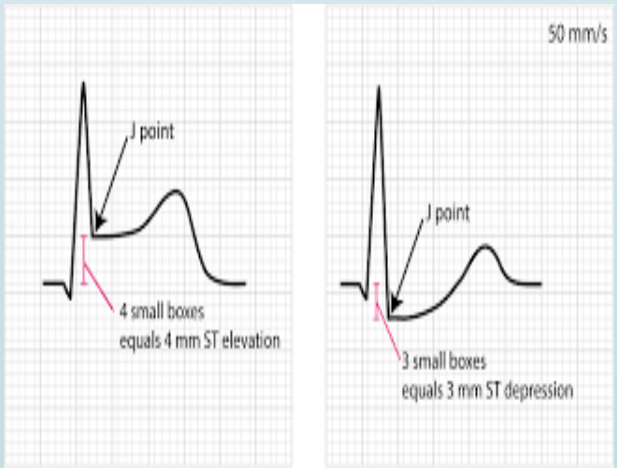
Scanned with CamScanner

ST Segment

- از پایان کمپلکس QRS تا ابتدای موج T
- مدت زمان طبیعی ۰/۱۲-۰/۱۶ ثانیه
- نقطه ای که این قطعه از QRS جدا میشود Junction نام دارد.
- بیانگر مرحله ابتدای رپولاریزاسیون بطنی است.
- بالا رفتن قطعه به میزان 1mm و پایین رفتن آن به میزان 0/5mm غیرطبیعی است.

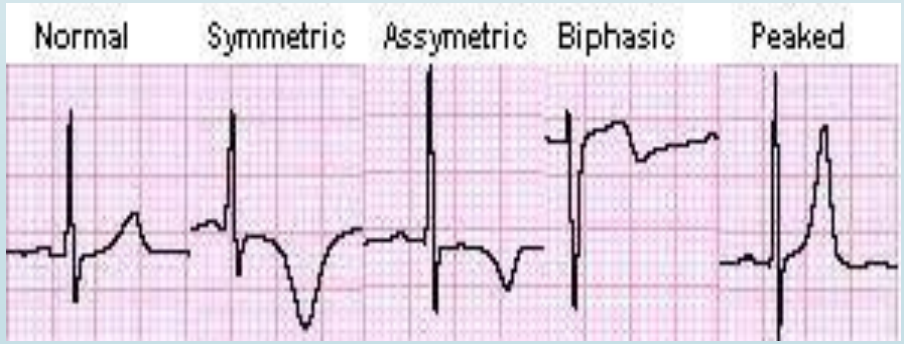
- علت پاتولوژیک بالا رفتن ST: MI و پریکاردیت
- در آنوریسم بطنی قطعه ST بالا میماند.
- بالا رفتن ST به طور طبیعی در افراد جوان و افراد سیاهپوست





T Wave

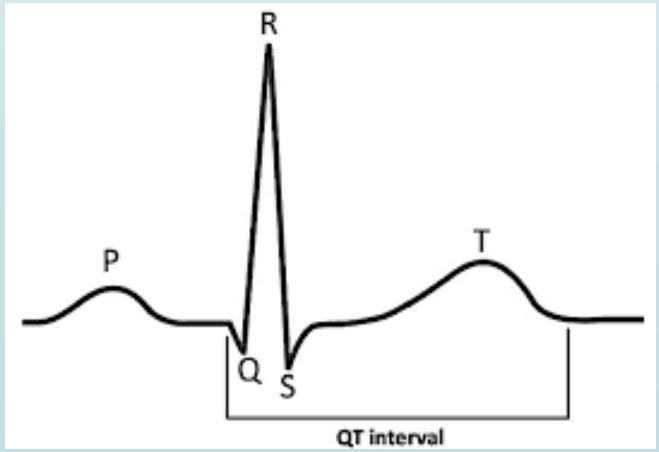
- نماینده رپولاریزاسیون بطنهاست.
- مدت زمان طبیعی ۰/۱۶-۰/۱۹ ثانیه است.
- شکل موج غیرقرینه است، شروع آن آهسته و ختم آن سریعتر
- قله آن مدور
- ارتفاع موج T در لیدهای اندامی از 5mm و در لیدهای پریکوردیال از 10mm تجاوز نمیکند.
- موج T
  - V_3-V_6 ,II ,I مثبت
  - AVR منفی
  - V_1 ,AVL ,III متغیر
  - V_2 ،AVF متغیر (غالبا مثبت)



QT Interval

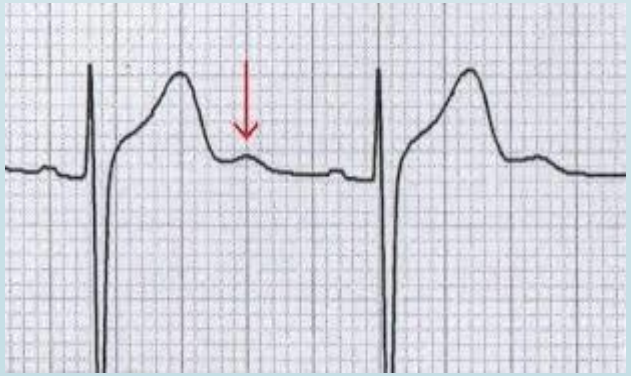
- ابتدای موج Q تا انتهای موج T
- بیانگر کل مدت زمان سیستول بطنی
- مدت زمان طبیعی ۰/۳۲-۰/۴۰ ثانیه (در خانمها تا ۰/۴۵ ثانیه طبیعی)
- این فاصله برحسب تعداد HR متغیر است، در ضربان ۷۰ در دقیقه این فاصله کمتر از نصف RR

- ↑ QT Interval: مصرف کینیدین، هایپوکلسمی، MI، Chf
- ↓ QT Interval : مصرف دیژیتال، هایپرکالمی و هایپرکلسمی



U Wave

- موجی کوچک و با ولتاژ کم که گاهی به دنبال موج T دیده میشود.
- معمولا هم جهت با موج T
- ارتفاع آن ۱/۱۰ ارتفاع موج T
- در لیدهای V_2 و V_3 بهتر دیده میشود.
- بعضی افراد معتقدند ناشی از رپولاریزاسیون آهسته عضلات پاپیلر میباشد.
- در هایپوکالمی واضحتر دیده میشود.



تعیین تعداد ضربان قلب به وسیله EKG

۱- شماره گذاری مربعهای بزرگ کاغذ EKG

$$HR = \frac{۳۰۰}{\text{تعداد مربع بزرگ بین دو کمپلکس QRS}}$$

$$HR = \frac{۱۵۰۰}{\text{تعداد مربع کوچک بین دو کمپلکس QRS}}$$

۲ـ اندازه گیری زمان بین دو کمپلکس QRS:

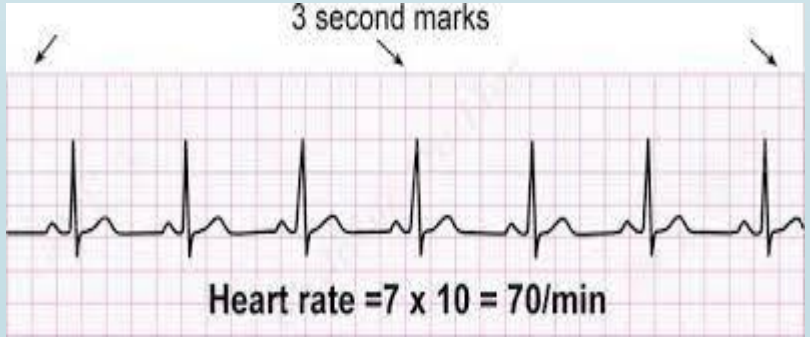
تعداد مربع کوچک بین دو RR را شمرده و در ۰/۰۴ ضرب میکنیم و سپس عدد ۶۰ (معادل یک دقیقه) را بر عدد بدست آمده تقسیم میکنیم.

0/04 x ۱۲ =۰/۴۸

۶۰ : ۰/۴۸ =۱۲۵

۳ـ تعیین HR بوسیله خطوط عمودی بالای کاغذ:

معمولا در کاغذ EKG به فاصله هر ۳ ثانیه در بالا علامت بصورت خط کوچک عمودی وجود دارد، تعداد QRS در ۶ ثانیه را شمرده و در عدد ۱۰ ضرب میکنیم.



۴- استفاده از خط کش مدرج:

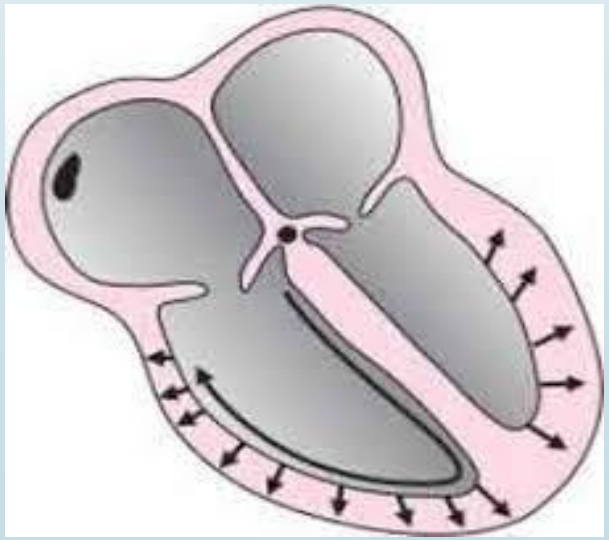
با استفاده از خط کشهای مخصوص و قرار دادن ابتدای آن روی کمپلکس QRS میتوان HR را خواند.

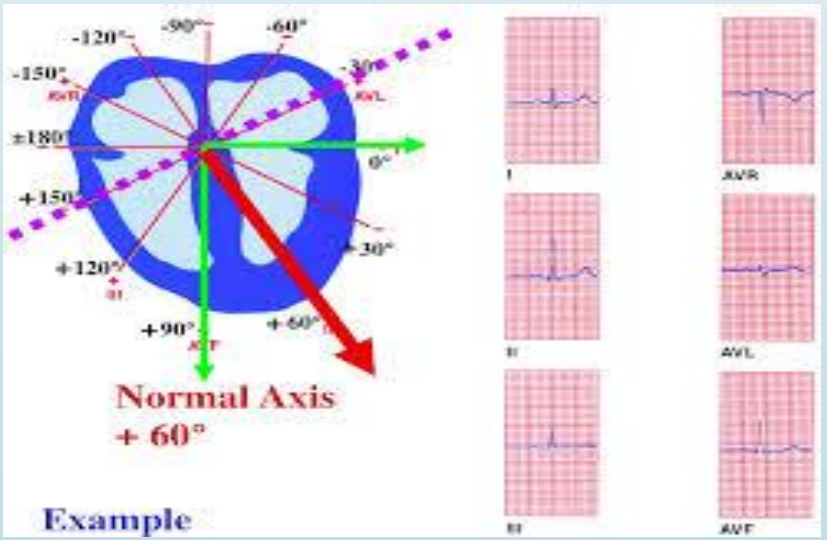
Scanned with CamScanner

شکل ۳۲-۶: خط‌کش مدرج برای تعیین تعداد ضربان قلب

محور الکتریکی قلب

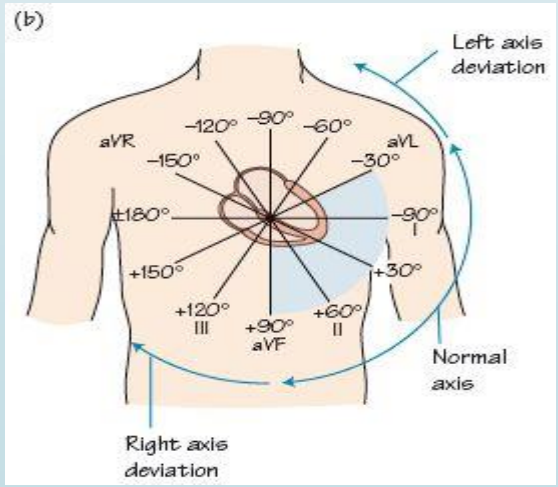
- تعیین محور الکتریکی قلب برای تشخیص MI، هایپرتروفی بطنها و بلاکهای شاخه های هدایتی داخل بطن کاربرد دارد.
- تحریکات الکتریکی قلب به تمام بدن منتشر میشود، میزان و جهت جریان در طی دپولاریزاسیون بطنها به وسیله وکتور نشان داده میشود.
- با جمع جبری تمام وکتورها، وکتور بزرگی تحت عنوان محور الکتریکی قلب مشخص میشود.

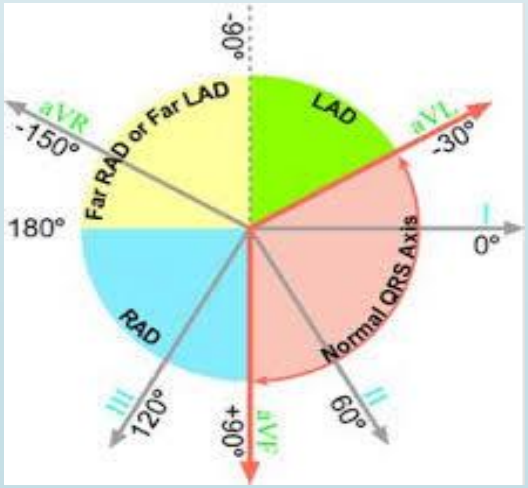




حدود طبیعی محور الکتریکی قلب

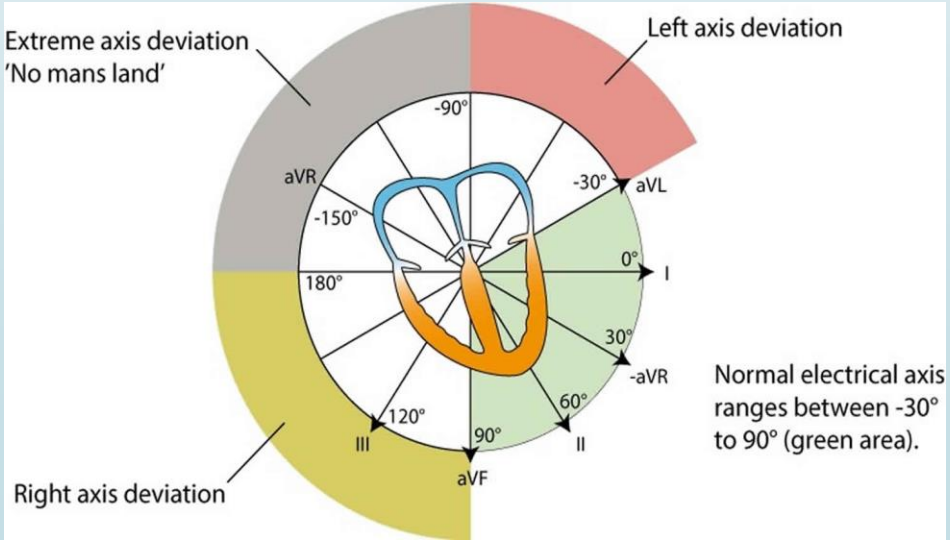
- جهت محور برحسب درجه بر روی دایره ای که قلب در مرکز آن قرار دارد بیان میشود.
- انطباق محور لیدهای دو قطبی و یک قطبی در دایره فرضی
- محور الکتریکی قلب در اکثر افراد در زاویه ۵۹ درجه قرار دارد.





- **انحراف به سمت چپ محور الکتریکی قلب به طور طبیعی:** خوابیده به طرف چپ، افراد چاق و کوتاه قد و حین بازدم

- **انحراف محور الکتریکی قلب به سمت راست به طور طبیعی:** وضعیت ایستاده، افراد لاغر و بلند قد و حین دم



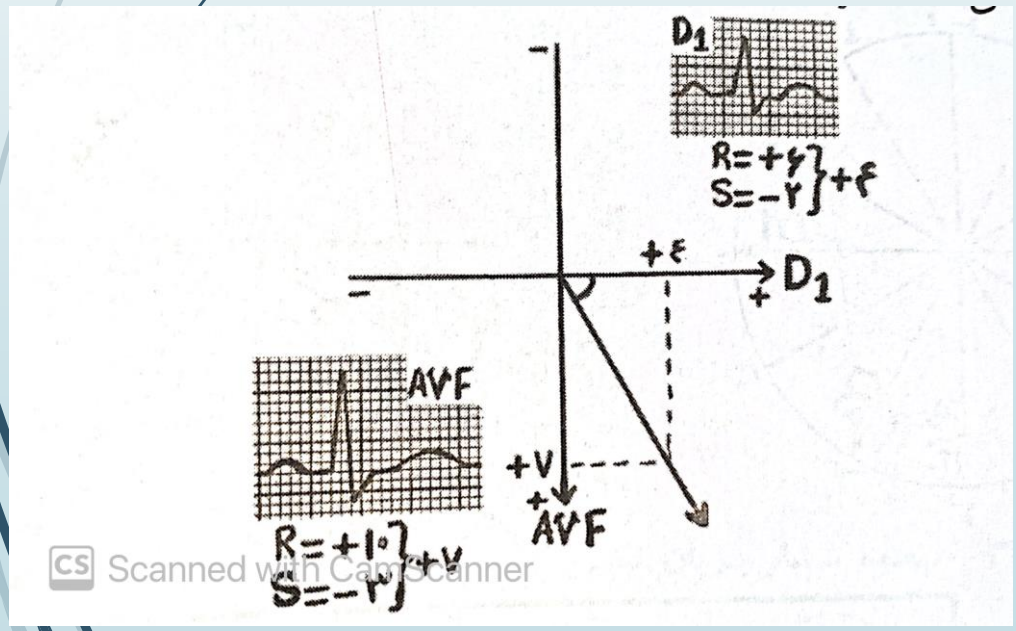
طرز تعیین محور الکتریکی قلب

۱ـ استفاده از دو لید عمود برهم

۲ـ جمع جبری موجهای مثبت و منفی کمپلکس QRS

۳ـ ترسیم محور حاصل جمع جبری لیدهای انتخابی برروی محور لید مربوطه

۴ـ رسم خط بین محل برخورد دو عمود

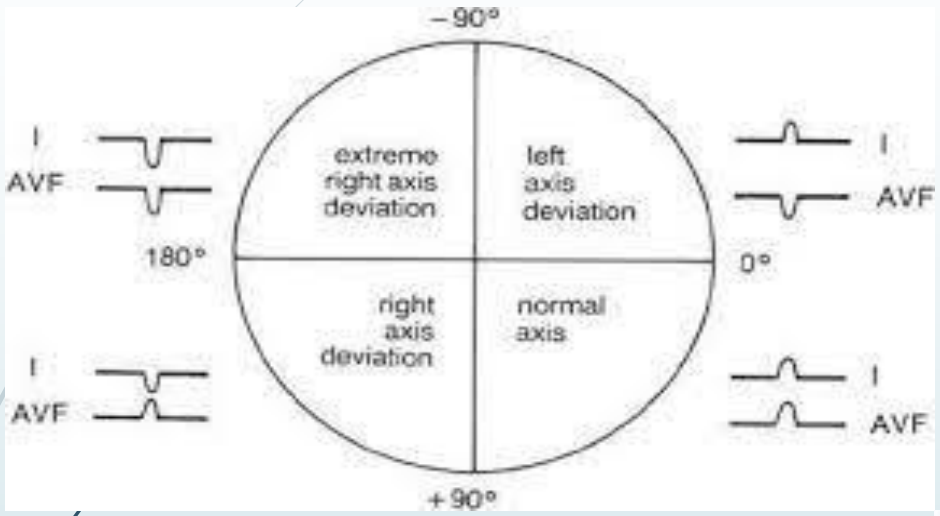


Scanned with CamScanner

- ✓ طول وکتور بیانگر میزان متوسط نیروی الکتریکی قلب
- ✓ جهت وکتور بیانگر جهت کلی جریان الکتریکی قلب

لیدهای عمود برهم:

- ✓ I و AVF
- ✓ II و AVL
- ✓ III و AVR



	aV_F+	I−	aV_F−	aV_F−
	I+	aV_F+	I+	I−
Lead I				
Lead aV_F				
Axis	Normal (0° to +90°)	Right (+90° to ±180°)	Left (0° to −90°)	Northwest (−90° to ±180°)

Scanned with CamScanner

مراحل تفسیر EKG در یک نگاه

۱- ارزیابی وضعیت عمومی بیمار و گرفتن شرح حال مناسب از بیمار

۲- موج P دیده میشود؟ شکل آن؟ ارتباط آن با کمپلکس QRS ؟

۳- فاصله PR ؟

۴- آیا همه امواج P و QRS شبیه هم و طبیعی هستند؟

۵- فاصله زمانی و ارتفاع QRS؟

۶- فواصل PP و RR؟

۷- قطعه ST؟

۸- موج T؟

۹- فاصله QT؟

۱۰- تعداد ضربان دهلیز و بطن؟

۱۱- محور الکتریکی قلب؟

۱۲- وجود آریتمی؟