

الکتروکاردیوگرافی ۱

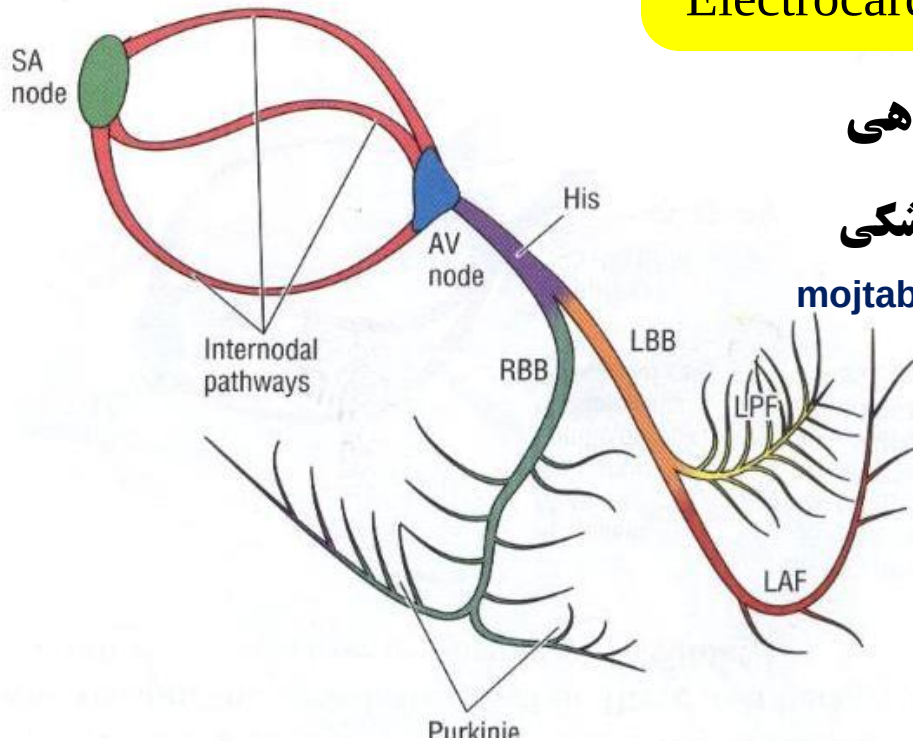
Electrocardiography (ECG = EKG)



دکتر مجتبی دولتشاهی

دانشیار فیزیولوژی پزشکی

mojtabadolatshahi@yahoo.com



دو خاصیت مهم در قلب :

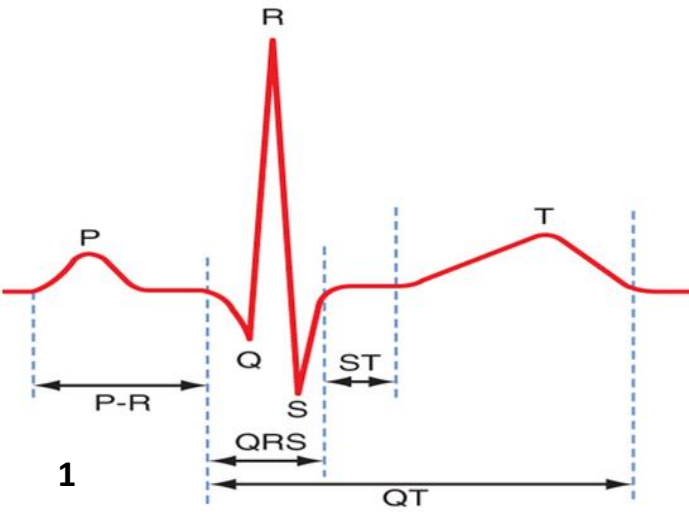
1. خودکاری (Automaticity)

2. نظم (Rythmcity)

الکتروکاردیوگرافی = ثبت تغییرات الکتریکی قلب

- الکتروکاردیوگراف = دستگاه ثبت کننده

- الکتروکاردیوگرام = منحنی حاصله

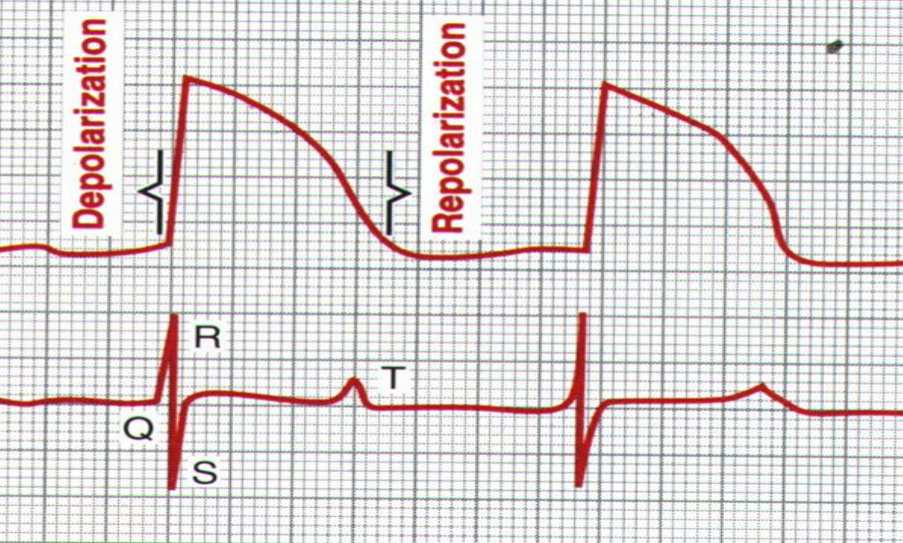


- بررسی اساس ثبت تغییرات الکتریکی قلب

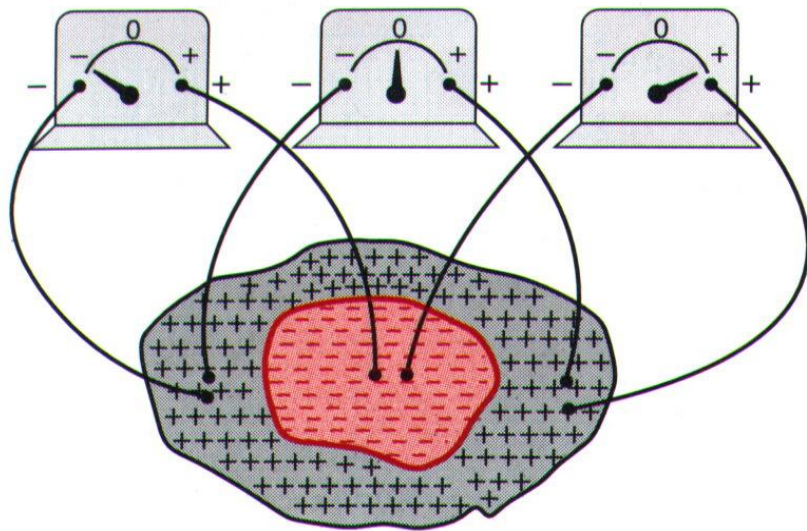
- در یک فیبر

- در یک قطعه عضله قلبی

- در قلب



۲- اصول ثبت تغییرات الکتریکی در یک قطعه عضله قلبی



۱- اساس ثبت تغییرات الکتریکی در یک فیبر عضلانی

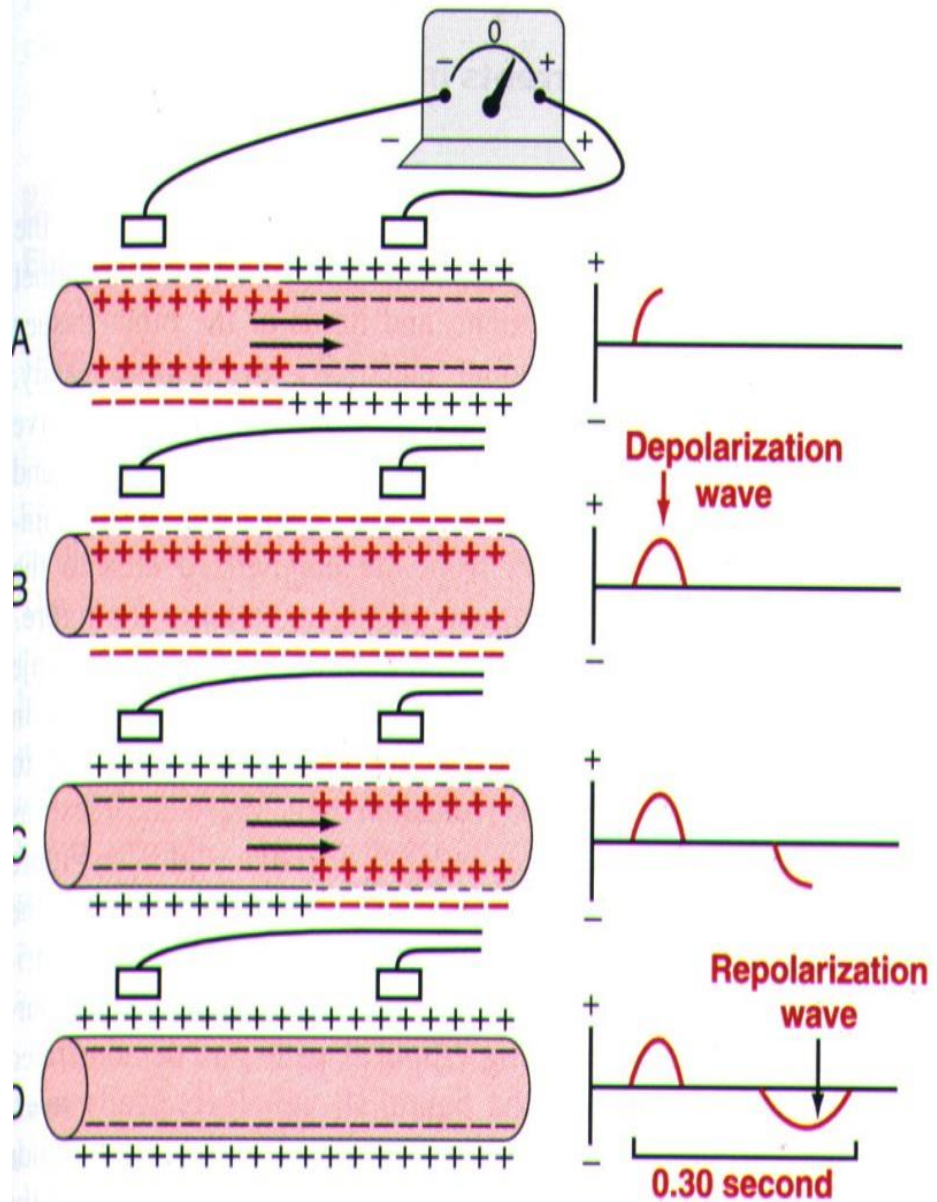
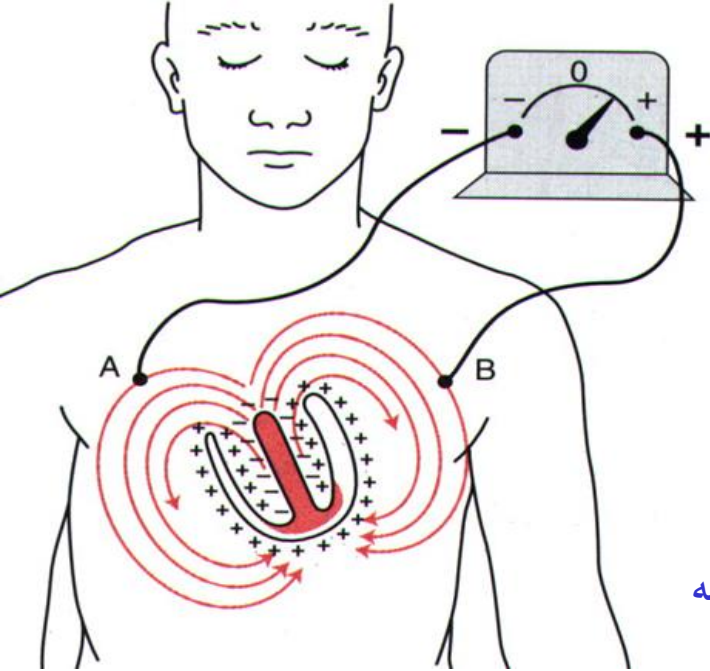


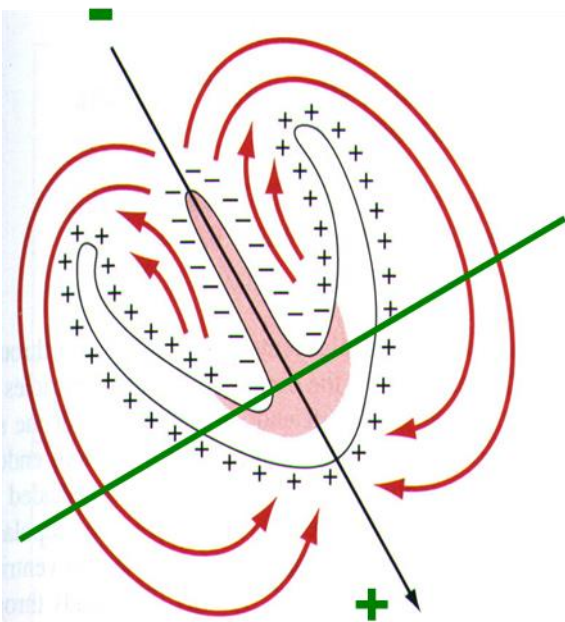
FIGURE 11-2

۳- اصول ثبت تغییرات الکتریکی در قلب

شکل - اگر دیواره بین دو بطن (ventricular septum) دپلاریزه شده باشد و بقیه قسمت‌های بطن در حال استراحت باشد، جریان‌های الکتریکی موجود در این لحظه و برآیند کل جریان‌های الکتریکی آن شبیه شکل خواهد بود.



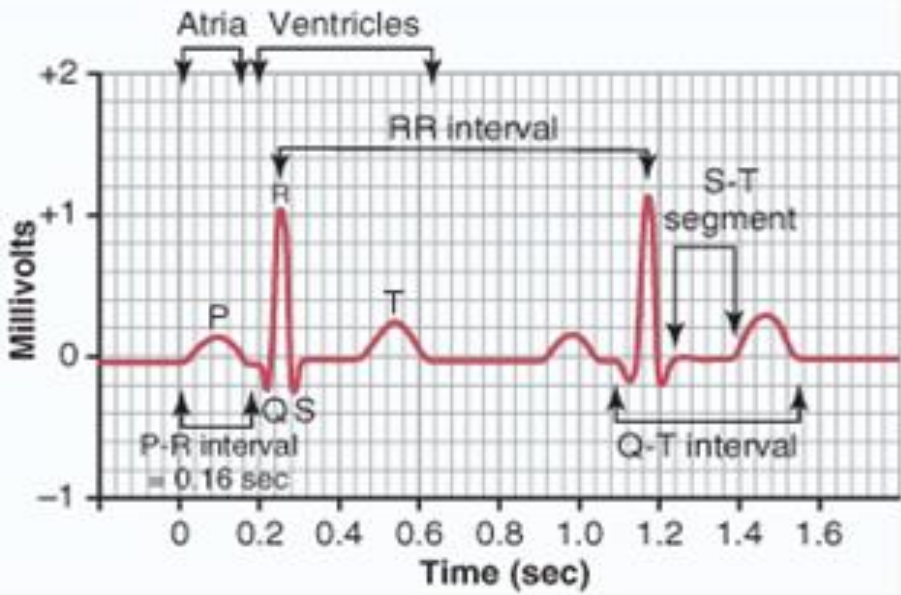
محور متوسط الکتریکی قلب: محور متوسط الکتریکی دیپولاریزاسیون **بطنی** = حدود ۵۹ درجه



ارتفاع یا دامنه امواج الکتروکاردیوگرام: به سه عامل بستگی دارد :

- قدرت الکتریکی قلب،
 - فاصله قطب‌های ثبات با قلب
 - زوایه بین محور ثبت و بردار الکتریکی
- امواج لید ۲ بیشترین دامنه را دارند

- موج P = انتشار دپلاریزاسیون در دهلیزها



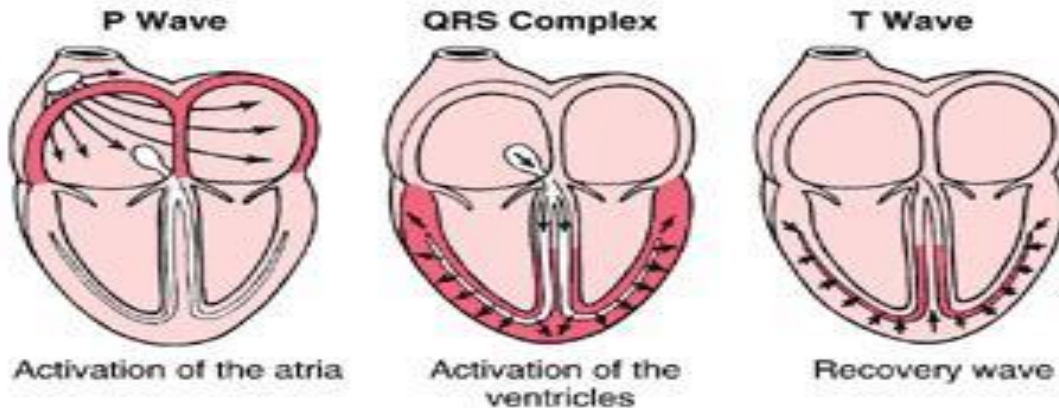
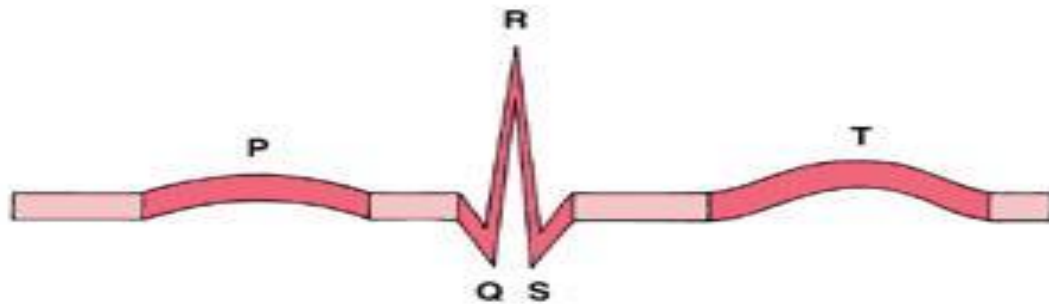
- کمپلکس QRS = انتشار دپلاریزاسیون در بطنها

البته لازم نیست هر سه موج رسم گردد و گاهی فقط Q و R ، گاهی R و S و گاهی فقط R رسم می شود.

- موج Q = اولین جایی از بطنها که دپولار می شود سطح اندوکاردی سپتوم چپ

- موج T = ریپولاریزاسیون بطنی

هیچ موجی در نتیجه ریپولاریزاسیون دهلیزی رسم نمی گردد.



اشتقاق های الکتروکاردیوگرافیک

Electrocardiographic Leads

شکل امواج در ECC به **محل** قرار گرفتن قطبهای دستگاه بر سطح بدن (**فاصله** و **زاویه** آنها نسبت به قلب) بستگی دارد . بطور قراردادی و طبق تجربه نقاط خاصی برای این عمل انتخاب شده اند که **اشتقاق** (Lead) نامیده می شوند (۱۲ اشتقاق) .

الف – اندامی (Limbs Leads): اتصال قطب ها به اندام ⇨

– **اشتقاق های دو قطبی یا استاندارد (Bipolar or Standard L.)** = لیدها: I ، II و III

– **یک قطبی یا تقویت شده (Unipolar or Augmented L.)** = لیدها: **aVR** از دست راست، **aVL** از دست چپ و **aVF** از پای چپ ثبت می کند.

ب – اشتقاق های دور قلبی: جلو سینه ای (Precordial Leads):

⇨ اتصال قطب ها به نقاط جلو سینه ای

لیدها: **v1** ، **v2** ، **v3** ، **v4** ، **v5** ، **v6**

کاغذ الکتروکاردیوگرافی

محور عمودی: ولتاژ

10mm : 1 mV

مربع بزرگ : 0.5 mV

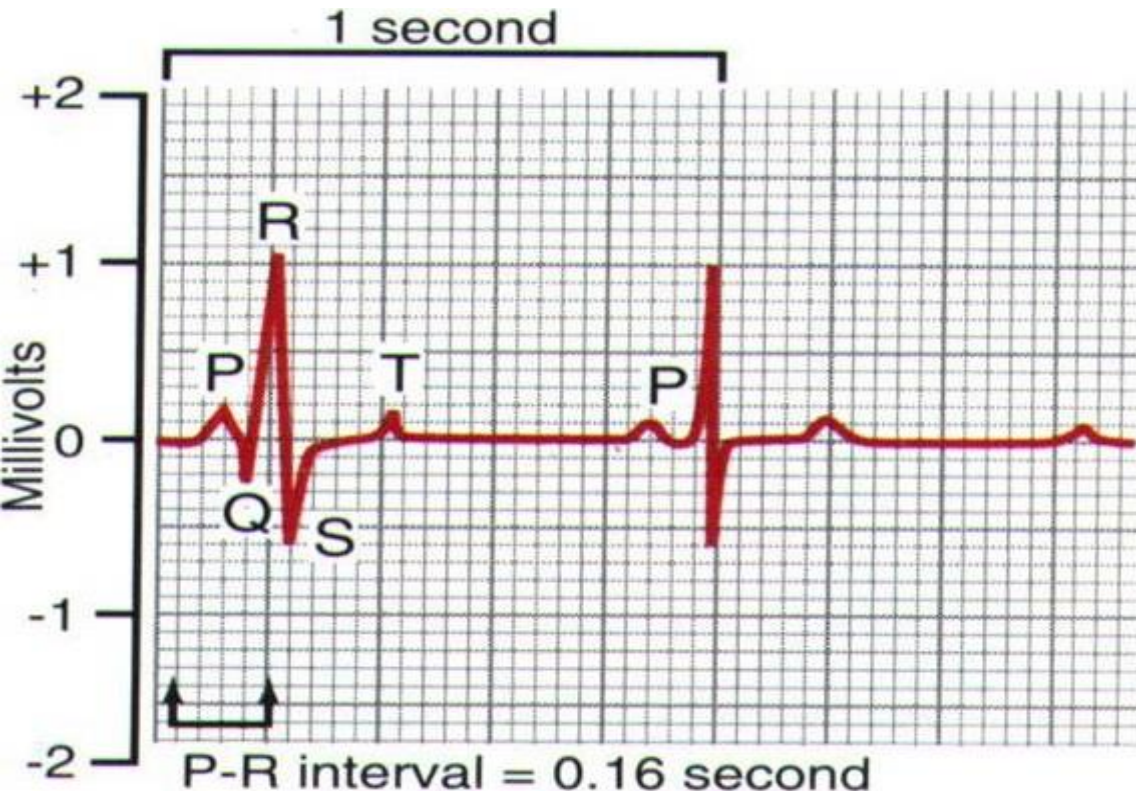
کوچک : 0.1 mV

محور افقی: زمان

1 اینچ : 25mm : 1 S

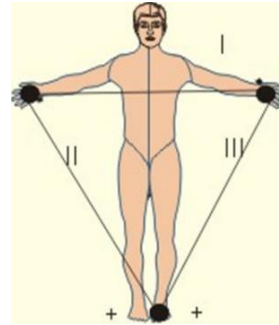
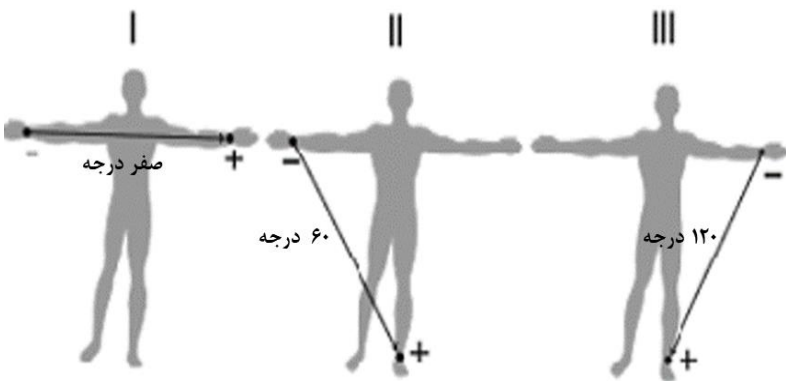
مربع بزرگ = 0.2 S

مربع کوچک = 0.04 S



اشتقاقهای دو قطبی Bipolar or Standard Leads

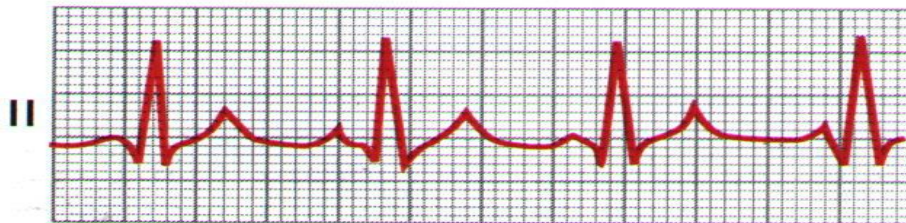
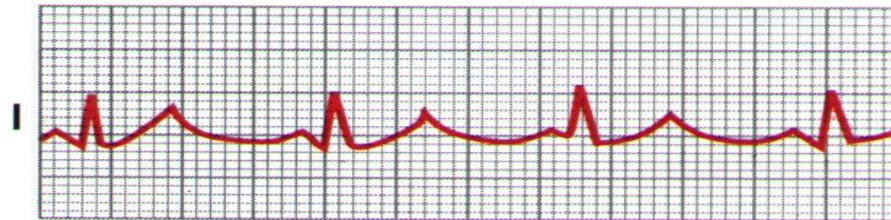
واژه دو قطبی یعنی که الکتروکاردیوگرام از دو الکتروود روی دو طرف بدن ثبت می شود این نوع اشتقاق به سه شکل بسته می شود و به نامهای L_1 ، L_2 ، L_3 یا I ، II ، III نامگذاری می شود.



$$II = I + III$$

– مثلث Einthoven

– قانون اینتهون: ولتاژ لید II = جمع جبری ولتاژهای I و III



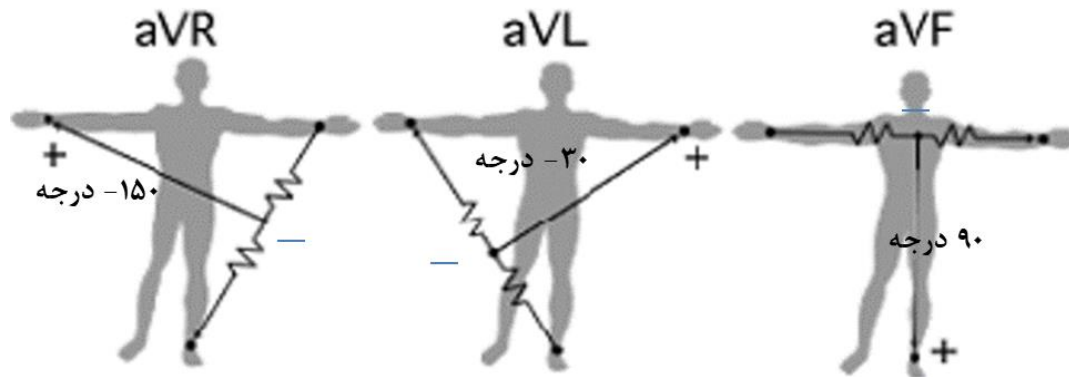
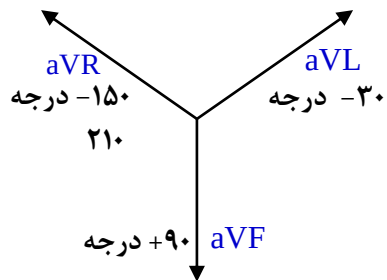
– در هر سه اشتقاق، امواج (P, QRS, T) مثبت رسم می شود.

– ارتفاع امواج در لید II، از دو اشتقاق دیگر بیشتر است، زیرا محور اشتقاق II (۶۰ درجه) منطبق بر محور متوسط الکتریکی قلب (۵۹ درجه) می باشد.

البته همه دستگاه های الکتروکاردیوگرافی الکتروودی دارند که به پای راست وصل می شود اما پتانسیلی ثبت نمی کند.

اشتقاق های تک قطبی (تقویت شده) اندامی Unipolar or Augmented Leads

سیستم سه محوری اشتقاقهای تک قطبی



- در **aVR** تمام امواج **منفی** رسم می شوند، چون در این اشتقاق **قطب مثبت** به **قاعده** محور قلب نزدیک است (خلاف جهت محور متوسط قلبی).

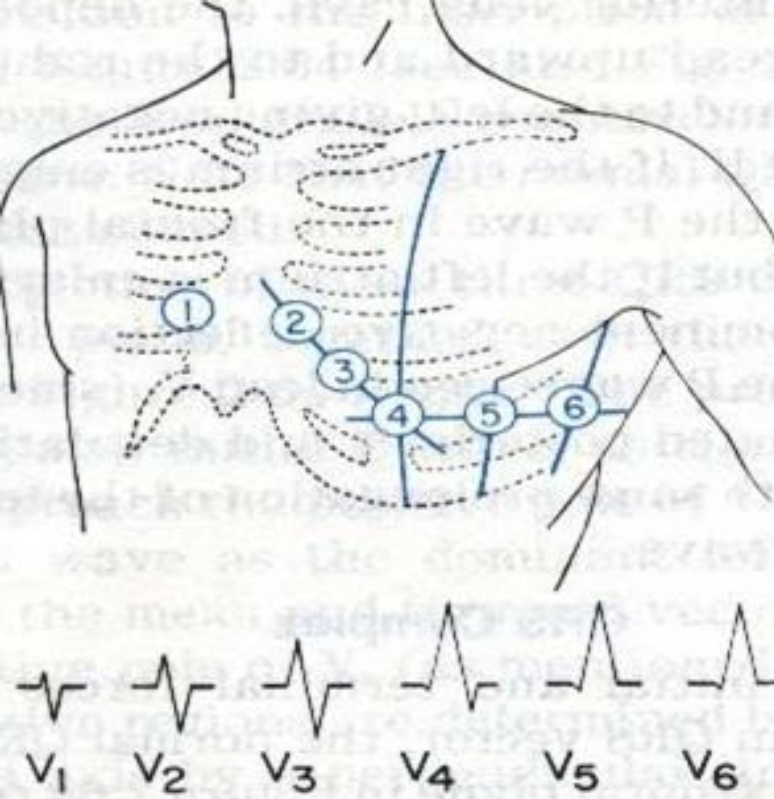
- در **aVL** امواج **کوتاه** رسم می شوند بطوری که امواج مثبت و منفی تقریباً برابرند.

در این اشتقاق محور متوسط الکتریکی قلب بر محور اشتقاق **عمود** است.

- در **aVF** امواج مثبت شبیه اشتقاق های استاندارد است.



اشتقاق های جلو سینه ای Precordial Leads



← **الکتروود -** توسط سه مقاومت ۵۰۰ اهمی به ۳ اندام وصل می شوند.
← **الکتروود +** به نقطه ای در جلو سینه (V_1 تا V_6) وصل می شوند.

- V1:** الکتروود + ← **چهارمین** فضای بین دنده ای **راست** کنار استرنوم
- V2:** الکتروود + ← **چهارمین** فضای بین دنده ای **چپ** کنار استرنوم
- V3:** الکتروود + ← حد فاصل بین V_2 و V_4
- V4:** الکتروود + ← **پنجمین** فضای بین دنده ای **چپ** روی خط میان ترقوه ای
- V5:** الکتروود + ← **پنجمین** فضای بین دنده ای **چپ** روی خط آگزیلر قدامی
- V6:** الکتروود + ← **پنجمین** فضای بین دنده ای **چپ** روی خط آگزیلر میانی

V1: R کوتاه و S عمیق

V2: R و S، نسبت به نفع R

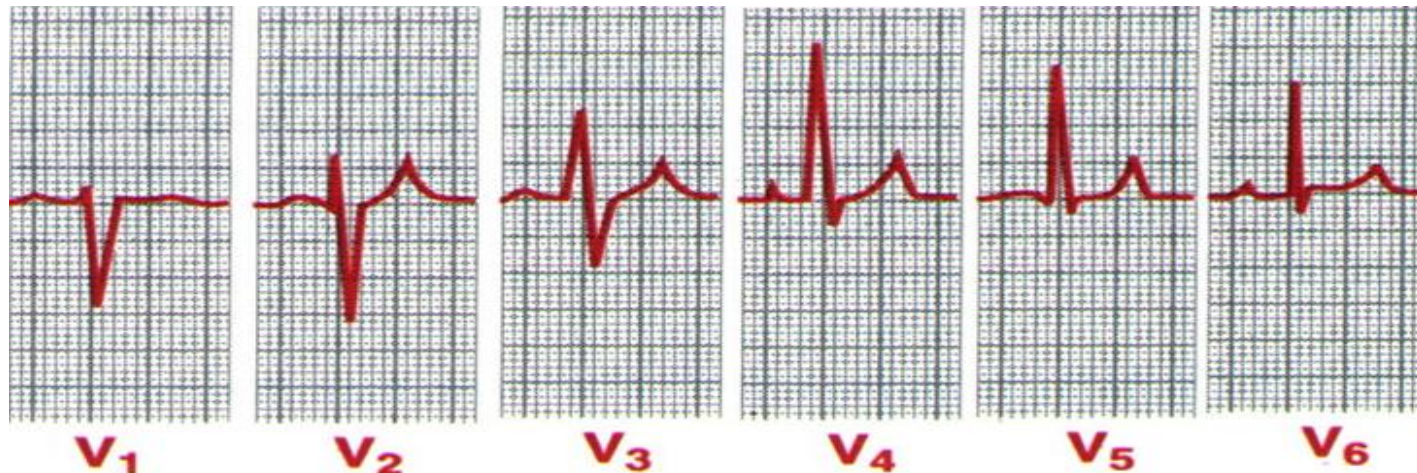
V3: R و S برابر

V4: R بلندتر از S

V5: احتمال کاهش ارتفاع R: چون فاصله قطب مثبت از قلب زیاد می شود

V6: احتمال کاهش بیشتر ارتفاع R

- بطور کلی از V_1 به سمت V_6 بتدریج از عمق موج S کم و تا V_4 به ارتفاع R افزوده می شود ولی در V_5 و V_6 از ارتفاع R کاسته می شود.



محور الکتریکی قلب

جریان الکتریکی در هر لحظه معین در طی دوره قلبی در جهت خاصی سیر می کند.

وکتور: برداری که در جهت پتانسیل الکتریکی تولید شده توسط جریان قرار داشته و **قاعده** آن در ناحیه **منفی** و **نوک** آن در ناحیه **مثبت** است (جریان از ناحیه **منفی** به ناحیه **مثبت** است).

- بطور قراردادی **طول بردار** متناسب با **ولتاژ پتانسیل** ترسیم می شود.

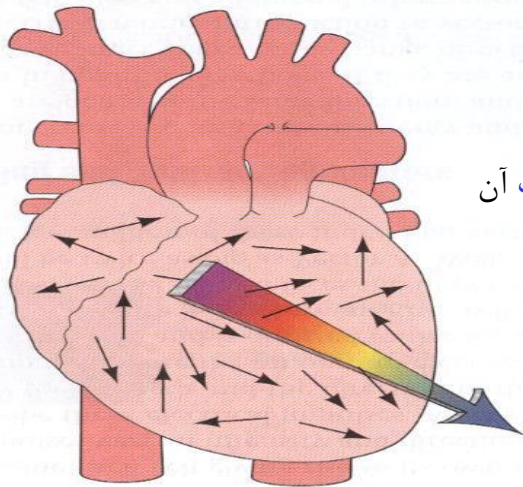


Figure 3-4: Sum of all ventricular vectors = electrical axis.

از -30° تا $+90^{\circ}$ قلب طبیعی

از -30° تا -90° انحراف به چپ

از $+90^{\circ}$ تا $+180^{\circ}$ انحراف به راست

از -90° تا $+180^{\circ}$ انحراف به راست شدید

محور الکتریکی بطن ها حدود **59° درجه** است که می تواند به دلیل اختلافات آناتومیک در سیستم پورکینژ یا توده عضلانی از -30° تا $+90^{\circ}$ درجه متغیر باشد (**دامنه طبیعی**)

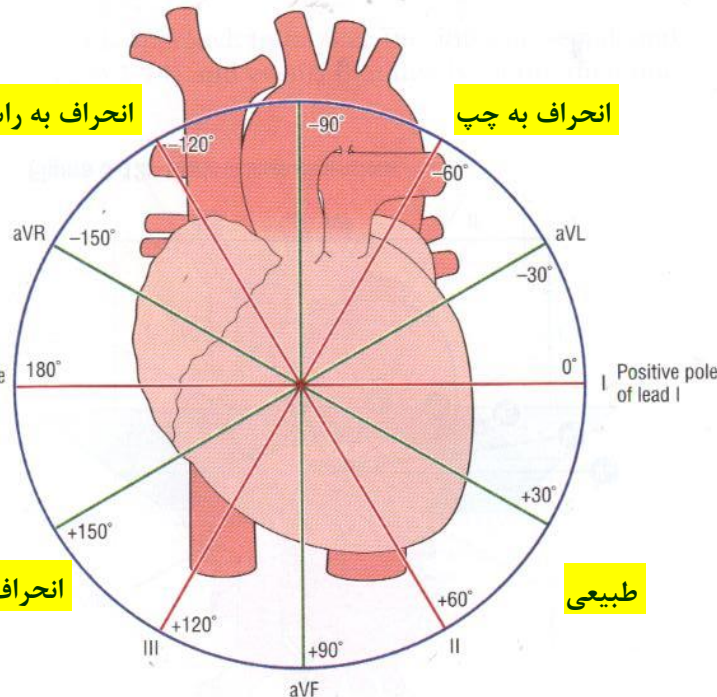
- **انحراف به چپ** = در شرایطی مانند حالت **خوابیده**، **کوتاهی قد**، **چاقی** و **بازدم عمیق** (بالا زدن دیافراگم و قلب)

- **انحراف به راست** = در شرایطی مانند حالت **ایستاده**، **لاغری** و **بلندی قد** و **دم عمیق** (دیافراگم و قلب را به پایین کشیده)

- **هیپرتروفی بطن چپ** که در نتیجه تنگی دریچه آئورت، نارسایی دریچه آئورت، بیماری مادرزادی و هیپرتانسیون بوجود می آید = انحراف محور الکتریکی به سمت چپ

- **بیماریهای مادرزادی و تنگی دریچه شریان ریوی** می تواند منجر به **هیپرتروفی بطن راست** و انحراف به راست محور الکتریکی قلب شود.

بلوک شاخه ای = محور متوسط الکتریکی به سمت **بطنی** که **بلوک شاخه ای** وجود دارد منحرف می شود.



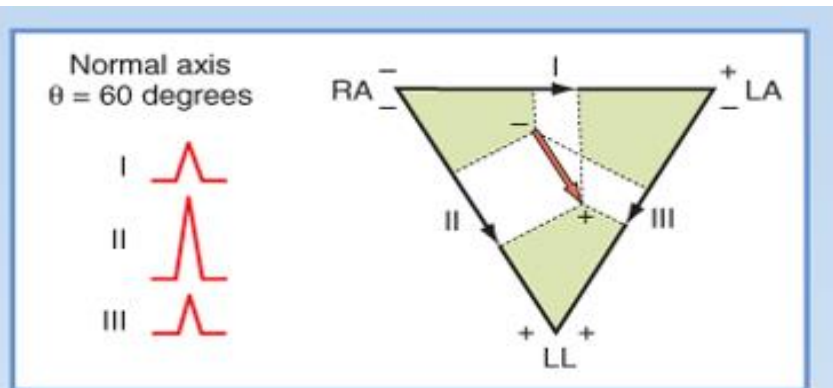
انحراف به چپ

انحراف به راست شدید

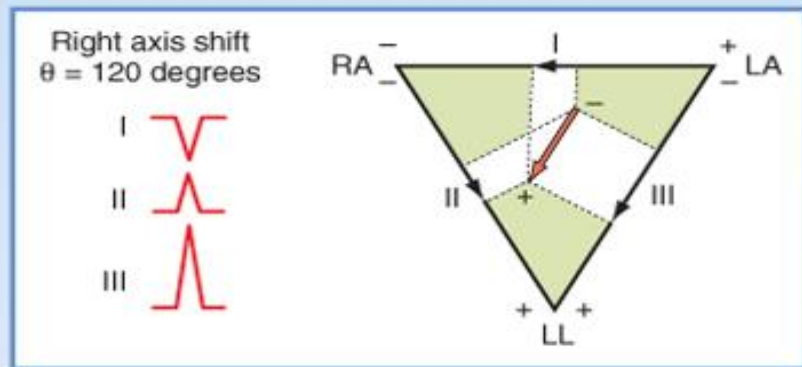
طبیعی

انحراف به راست

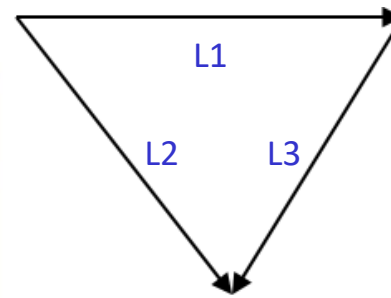
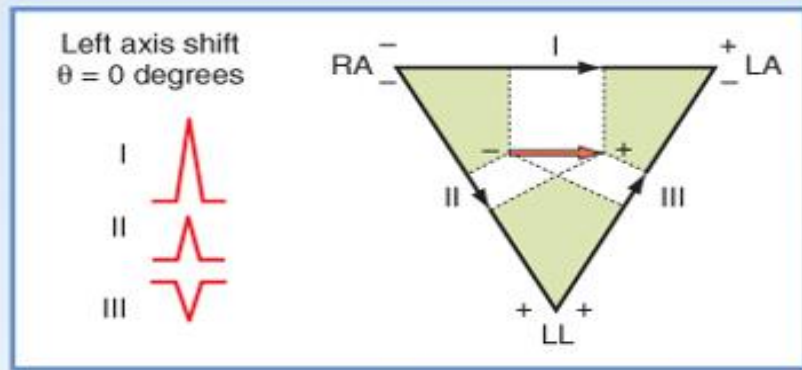
محور متوسط قلبی



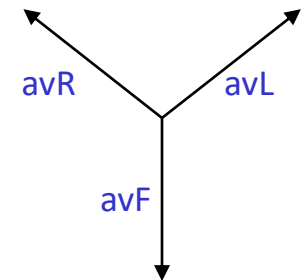
A



B

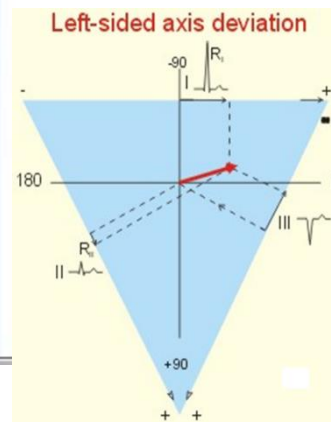
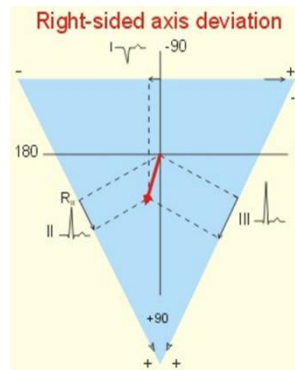


مثلث آینتهوون

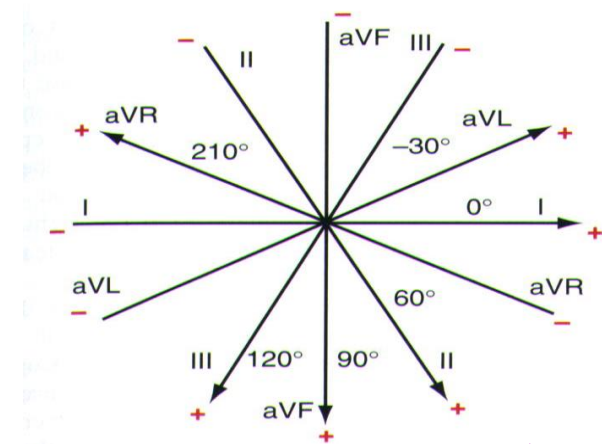


سیستم سه محوری اشتقاقهای تک قطبی

- لید های L1, L2, L3 مثلث آینتهوون را تشکیل می دهند.
- لیدهای avF, avR و avL سیستم سه محوری بیلی را می سازد.
با انطباق این دو سیستم، سیستم ۶ محوری (سیستم مرجع شش گوش) بدست می آید.



محور اشتقاق های اندامی



I = ۰
II = ۶۰
III = ۱۲۰
aVR = -۱۵۰
aVL = -۳۰
aVF = ۹۰

بررسی الکتروکاردیوگرام

- الف - نظم عمل قلبی (Rhythm)
- ب - میزان ولتاژ امواج
- ج - محور متوسط الکتریکی قلب

الف - بررسی ریتم ضربان قلب از جنبه های زیر :

۱- سینوسی بودن ریتم: گره سینوسی - دهلیزی پیشاهنگ باشد.

- معیار سینوسی بودن ریتم : وجود یک موج P طبیعی قبل از هر کمپلکس QRS

۲ - تعداد ضربان قلب (Heart Rate):

فاصله زمان دو QRS متوالی با استفاده از کاغذ الکتروکاردیوگرام اندازه گیری و با یک تناسب ساده تعداد ضربان قلب تعیین می گردد.
مثلاً اگر فاصله بین دو QRS متوالی ۰.۸ ثانیه (چهار مربع بزرگ در کاغذ) باشد، تعداد ضربان قلب :

ضربه	ثانیه
۱	۰/۸
$X=75$	۶۰

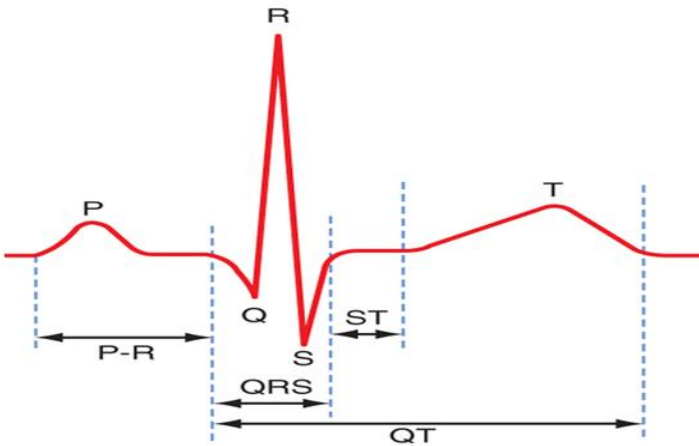
۳- شکل امواج در اشتقاقهای مختلف:

- تمام امواج در اشتقاقهای استاندارد مثبت رسم شده و ارتفاع امواج در اشتقاق II از دو اشتقاق دیگر بیشتر است.
- در aVR امواج منفی، در aVL امواج بسیار کوتاه و در aVF امواج شبیه اشتقاقهای استاندارد رسم می شوند.
- از V₁ به V₆ بتدریج از عمق موج S کم و تا V₄ به ارتفاع R افزوده می شود ولی در V₅ و V₆ از ارتفاع R کاسته می شود.

- شکل امواج بستگی به جهت محور متوسط الکتریکی قلب دارد (از صفر تا صد درجه نرمال است) مثلاً =

۴- فواصل بین امواج: صفحه بعد

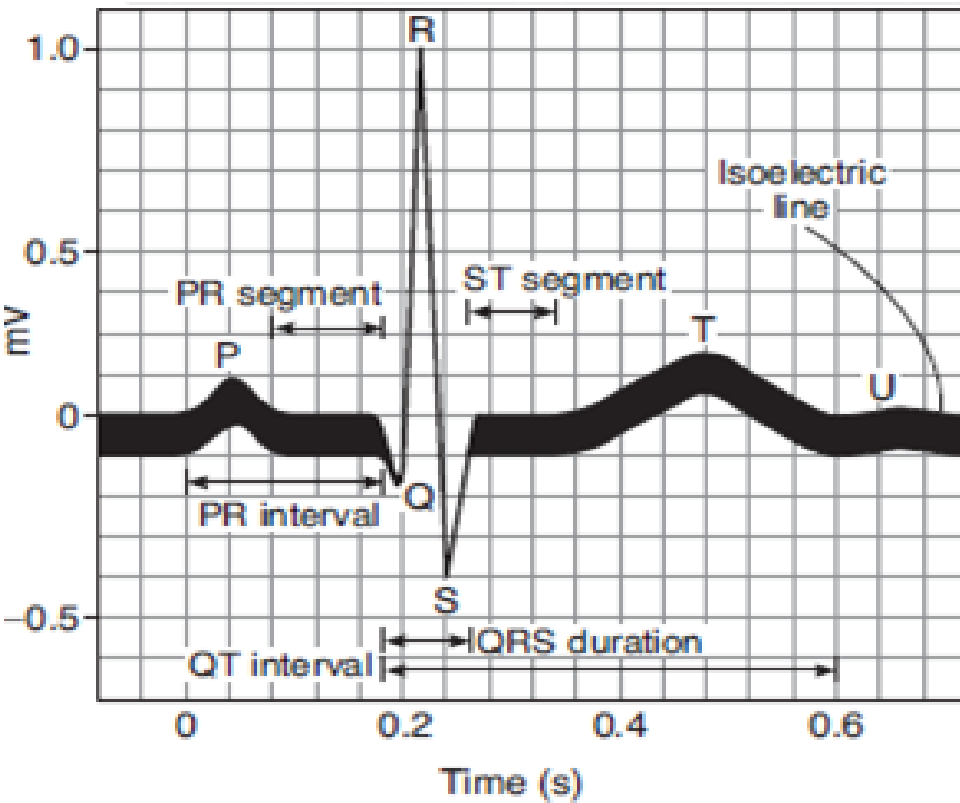
۴- فواصل بین امواج الکتروکاردیوگرام



- **فاصله PR:** از ابتدای P تا ابتدای QRS = **زمان انتشار تحریک از گره SA به اولین نقطه بطنی** = فاصله شروع دپلاریزاسیون دهلیزی تا شروع دپلاریزاسیون بطن = **۰.۱۶ ثانیه** (از ۰.۱۲ تا ۰.۲ ثانیه طبیعی است).

- **QRS duration:** ابتدا تا انتهای QRS = **زمان انتشار دپلاریزاسیون در بطن ها** (و ریپولاریزاسیون دهلیزی) = **۰.۰۶ ثانیه** (۰.۰۳ پورکنز + ۰.۰۳ ضخامت عضله بطن) ولی تا ۰.۰۹ ثانیه طبیعی است.

- **فاصله QT:** از ابتدای QRS تا انتهای T = **مدت انقباض بطنی** = **۰.۳۵ ثانیه** است اما هر چه تعداد ضربان قلب بیشتر باشد زمان QT کمتر خواهد بود و بنابراین مدت زمان آن از ۰.۲۵ تا ۰.۴۳ ثانیه طبیعی است.



- **قطعه PQ** = دهلیزها کامل دپولارند = لذا موجی ثبت نمی شود.

- **قطعه ST** = بطنها کامل دپولارند = لذا موجی ثبت نمی شود.

- **موج U:** کوچک و کم ولتاژ که گاهی بعد از T دیده می شود (مدور و هم جهت با T). نمایانگر **رپولار شدن فیبرهای پورکنز یا دیگر فیبرهای هدایتی بطنی** در V3 واضحتر است.

شاید به علت هایپرکلسمی، هیپوکالمی یا مسمومیت با دیجیتال و تیروتوکسیکوز برجسته شود.

نقطه J: نقطه ای در ECG که **بطن کامل دپولار** می شود لذا موج به صفر (خط پایه) بر می گردد: خط ایزوالکتریک را نشان می دهد.



Normal ranges	P-R interval		QRS interval		Rate		Q-T interval		S-T segment	
	(Adults)	0.18 to 0.20 sec		0.07 to	60		0.33 to 0.43 sec		0.14 to 0.16 sec	
	(Children)	0.15 to 0.18 sec		0.10 sec	70		0.31 to 0.41 sec		0.13 to 0.15 sec	
					80		0.29 to 0.38 sec		0.12 to 0.14 sec	
					90		0.28 to 0.36 sec		0.11 to 0.13 sec	
					100		0.27 to 0.35 sec		0.10 to 0.11 sec	
					120		0.25 to 0.32 sec		0.06 to 0.07 sec	