به نام خدا

معرفی سیگنال ECG

نویسنده:

احسان میررحیمی

کلمات کلیدی:

ECG , P , QRS , T , U , Lead

چکیده:

از میان سیگنال های Biomedical سیگنال ECG بعلت اهمیت ویژه ای که درتشخیص سلامت یک فرد دارد؛ می تواند مورد توجه ویژه ای قرار گیرد بعلت اینکه فهمیدن تمام جزئیات و مفاهیم نهفته در این سیگنال برای بسیاری از پزشکانِ عمومی و دانشجویان رشته ی پزشکی دشوار می باشد و در بسیاری از زمینه ها با داشتن اطلاعات خاصی در مورد این سیگنال می توان از بسیاری از اقدامات غیر ضروری خصوصاً در موارد اضطراری و مواردی که دسترسی به متخصصین قلب امکان پذیر نمی باشد جلوگیری کرد ضرورت دست یابی به اطلاعات مفیدی از این سیگنال می تواند برای ما واضح تر می شود

سیگنال ECG

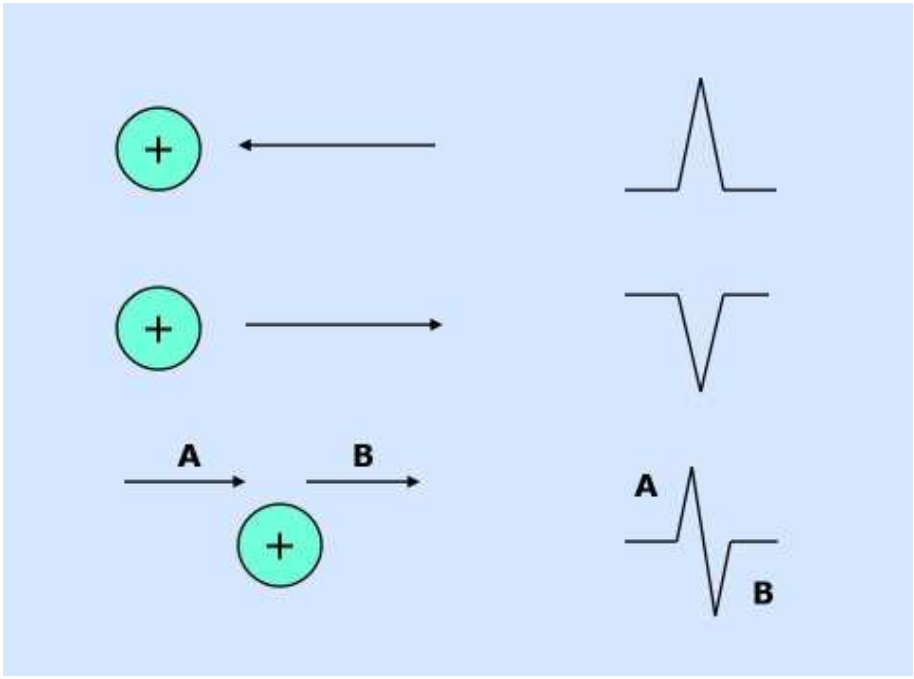
معرفی لید ها

نمودار الکترو کادیو گرام با اندازه گیری پتانسیل الکتریکی بین نقاط مختلف بدن با استفاده از یک تقویت کننده ی بیو مدیکال بدست می آید.

هر Lead سیگنال الکتریکی قلب را که از یک ترکیب خاص قرار گیری الکترود ها ی ثبت کننده که در نقاط مختلف بدن بیمار قرار دارند ، ثبت می کند:

- هنگامی که یک بردار الکتریکی به سمت الکترود مثبت حرکت می کند یک تغییر شکل مثبت در ECG در Lead معادل صورت می گیرد.
- هنگامی که یک بردار الکتریکی از سمت الکترود مثبت دور می شود یک تغییر شکل منفی در ECG در Lead معادل صورت می گیرد.
- و هنگامی که بردار الکتریکی به صورت عمودی به سمت الکترود مثبت حرکت می کند یک کمپلکس هم توان در ECG تولید می کند.این کمپلکس مانند بردار الکتریکی مثبت خواهد بود و سپس منفی خواهد شد.

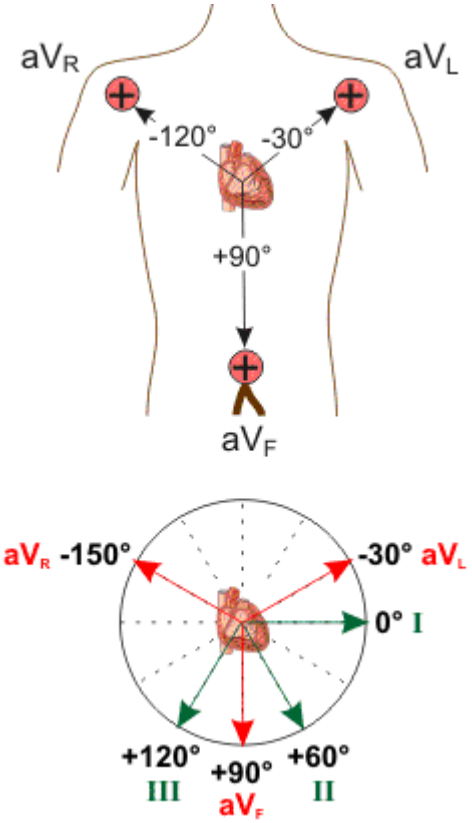
شکل زیررابطه ی بین بردار الکتریکی الکترود مثبت و کمپلکس های نشان داده شده نشان می دهد:



شکل۱-۱)نحوه ی تشکیل سیگنال های مثبت،منفی در لید[1]

انواع Lead :

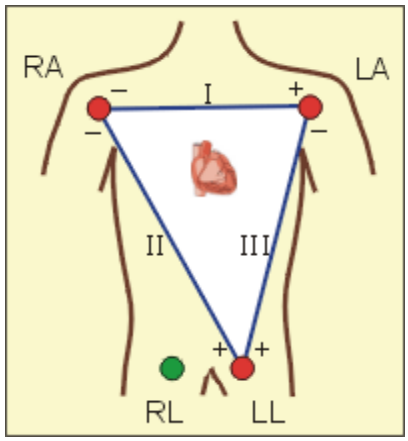
از نظر پلاریته دو نوع lead وجود دارد: لید تک قطبی ولید دوقطبی.لید تک قطبی دارای الکترود خنثی در مر کز مثلث Einthoven در پتانسیلِ صفر می باشد(که این نقطه می تواند به سِیم نوترال وصل شود و از نظر پتانسیل دارای پتانسیل صفر است.)جهت این لید ها از مر کزِ قلب و به طور شعاعی به سمت خارج می باشداسامی این لید ها عبارتند از: aV_L, aV_R, aV_F



شکل ۲-۱)محل قرار گیری لید های تک قطبی در بدن.[2]

لازم به ذکر است که در لید های تک قطبی بجای الکترود منفی از ترمینال مرکزی Wilson استتفاده می شود. اما لید دو قطبی شامل هر دو الکترود در یک پتانسیل می باشد و جهت این الکترود، از پتانسیلِ کمتر به الکترودی در پتانسیل بالاتر می باشد

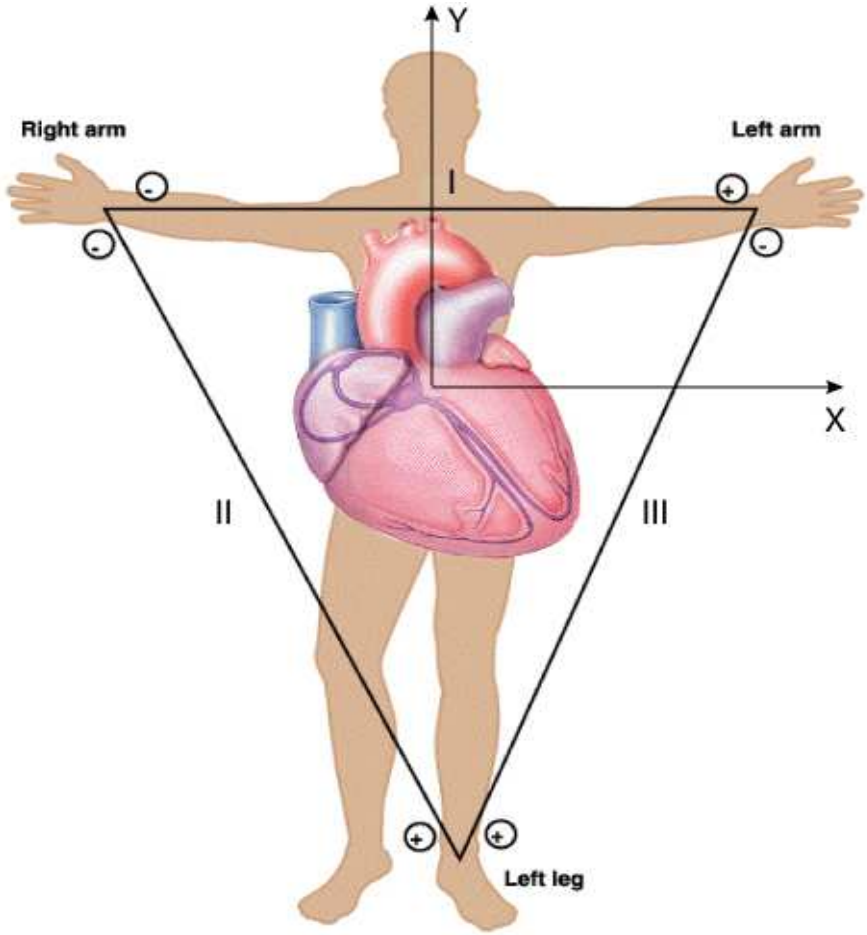
مثلا در lead I جهت از سمت چپ به راست می باشداین جهت برای Lead II نیز بر قرار است و برای Lead III نیز به صورت زیر در نظر گرفته می شود:



شکل۳-۱)مثلث Einthoven .[3]

Lead های I,II,III را Lead های اعضاء می نامند این لید ها اساس چیزی که به مثلث Einthoven معروف است را تشکیل می دهند الکترو دها برای دست یابی به سیگنال به صورت زیر در بدن قرار می گیرند:

- Lead I یک الکترود دو قطبی است الکترود منفی (سفید)به بازوی راست و الکترود مثبت (سیاه)به.بازوی چپ وصل می شود
- Lead II یک الکترود دو قطبی است در این لید الکترود منفی(سفید)در بازوی راست و مثبت(قرمز)در پای چپ قرار می گیرد
- Lead III در این لید نیز الکترود منفی(سیاه) در بازوی چپ و الکترود مثبت(قرمز)در پای چپ قرار می گیرد.



لید های aV_L, aV_R, aV_F لید های تکمیلی هستند این لید ها از سه الکترود مشابه لید های I,II,III گرفته می شوند.این لید ها در واقع قلب را از زوایا ی مختلف مشاهده می کنند الکترود منفی برای این لید ها توسط یک ترمینال مرکزی تغییر داده می شود وبه ترمینال منفی دستگاه الکتروکاردیو گرام وصل می شود این روند الکترود منفی رابرای این لید ها حذف می کند و باعث می شود که الکترود مثبت ،الکترود استخراج کننده ی سیگنال برای لید های تک قطبی باشد.

قانون **Einthoven** برای لید های I,II,III به صورت $I + (-II) + III = 0$ می باشد .اما برای الکترود های تک قطبی با توجه به اینکه **Einthoven** پلاریته ی لید II را تغییر داد رابطه ی فوق به صورت زیر در می آید .تغییر پلاریته ی لید II باعث می شود کمپلکس QRS رو به بالا ایجاد شود (Einthoven مایل بود این کمپلکس را به سمت بالا ببینند)

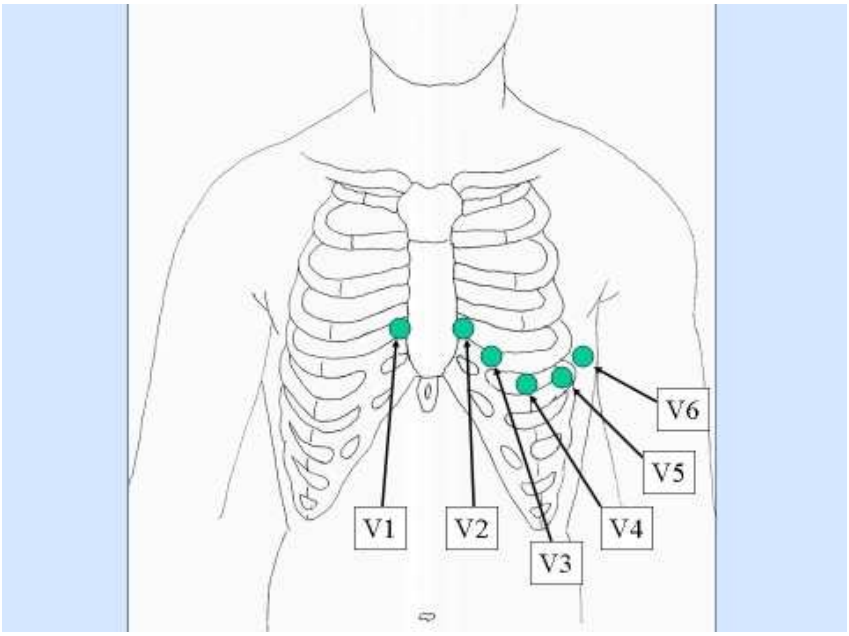
$I + II + III = 0$ دو رابطه ای که در مورد لید های تک قطبی و لید های دو قطبی معرفی کردیم معادل روابط ولتاژ-جریان کیرشهف می باشند.

- لید aV_R (augmented vector right) بردارِ اضافه شده ی راست می باشد دارای الکترود مثبت در بازوی راست و الکترود منفی از ترکیب الکترود های بازوی چپ و پای چپ می باشد که استحکامِ سیگنالِ الکترودِ مثبت در بازوی راست را تقویت می کند.
- لید aV_L (augmented vector left) بردار اضافه شده ی چپ می باشد دارای الکترود مثبت در بازوی چپ و الکترود منفی از ترکیب الکترود های بازوی راست و پای چپ می باشد که استحکامِ سیگنالِ الکترودِ مثبت در بازوی چپ را تقویت می کند.
- لید aV_F (augmented vector foot) بردار اضافه شده ی پا می باشد دارای الکترود مثبت در پای چپ و الکترود منفی از ترکیب الکترود های بازوی راست و بازوی چپ می باشد که استحکامِ سیگنالِ الکترودِ مثبت در بازوی راست را تقویت می کند.

نحوه اتصال این الکترود ها در شکل (2-1) نشان داده شده است.لید های اضافه شده ی aV_L, aV_R, aV_F در این حالت تقویت می شوند بخاطر اینکه سیگنال اصلی هنگامیکه الکترود منفی ترمینال مرکزی Wilson باشد برای اینکه مورد استفاده باشد بسیار کوچک است.لید های I,II,III به همراه لید های اعضاء aV_L, aV_R, aV_F تشکیل سیستم مرجع برای محاسبه ی محور قلب می دهند که به صفحه ی فرونتال معروف است.

لید های پره کوردیال:

لید های پره کوردیال لید های $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ هستند که بطور مستقیم به قفسه ی سینه متصل می شوند.به علت نزدیکی این لید ها به قلب نیازی به تقویت سیگنال های این لید ها نمی باشد.این لید ها ،به صورت لید تک قطبی در نظر گرفته می شوند و بجای الکترود منفی در این لید ها از ترمینال مرکزی ویلسون استفاده می شود.لید های پره کوردیال فعالیت الکتریکی قلب را در یک صفحه ی افقی می بینند.محور الکتریکی در صفحه ی افقی به صورت محور Z در نظر گرفته می شود.محل قرار گیری این لید ها به صورت زیر است:



شکل ۵-۱)محل قرار گیری لید های پره کوردیال.[1]

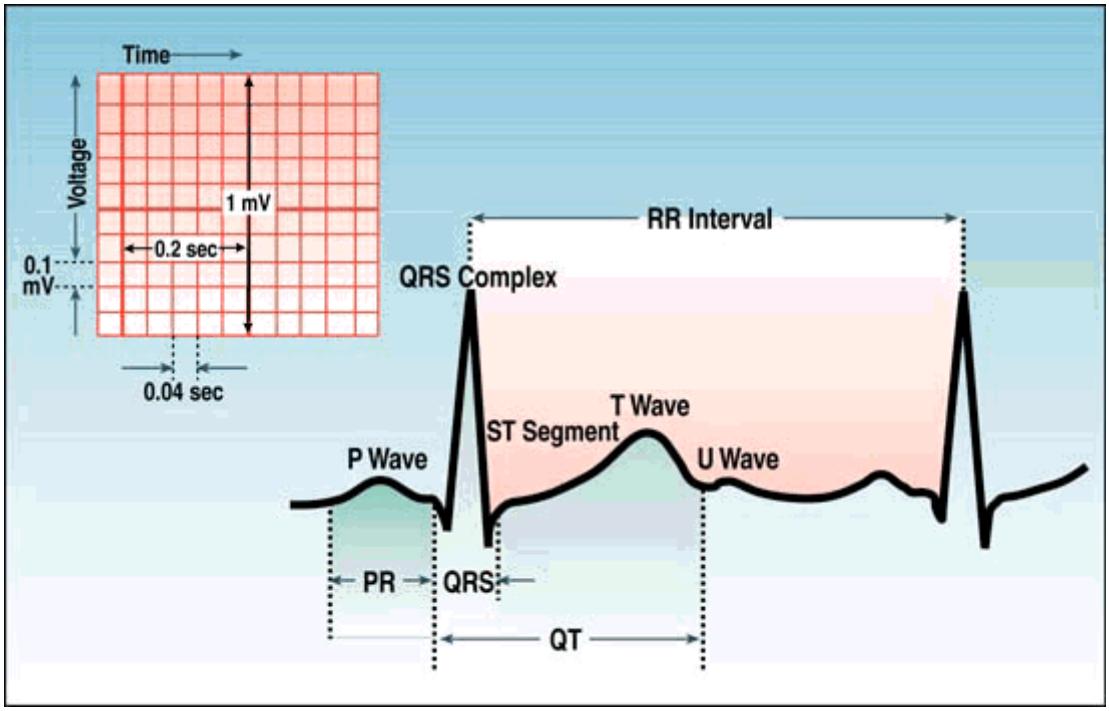
کپملکس QRS باید در لید V_1 مثبت و در لید V_6 منفی باشد کمپلکس QRS باید یک تغییر تدریجی از منفی به مثبت را بین لید های V_2, V_6 نشان دهد همچنین بین لید های V_1, V_4 باید در دامنه ی R یک افزایش تدریجی داشته باشیم که این افزایش به پیشروی موجِ R معروف است.

الکترود زمین :

الکترود اضافی ای می باشد که در ECG های پیشرفته وجود دارد معمولا در پای چپ قرار داده می شود.البته در تئوری این الکترود در هر نقطه ای می تواند قرار بگیرد.

امواج ECG و بازه زمانی :

یک ECG نرمال شامل امواجِ P وکمپلکسِ QRS و موجِ T می باشد.در بعضی از ECG ها موج دیگری موسوم به موجِ U نیز وجود دارد، که در 75% – 50 سیگنال ها مشاهده می شود.ولتاژ پایه ی الکترو کاردیو گرام با نام خطِ هم توان شناخته می شود.این خط بین موج T در یک سیگنال و موج P از سیگنال بعدی اندازه گیری می شود.



شکل ۶-۱) بخش های مختلفِ ECG .[5]

آنالیز ضربان :

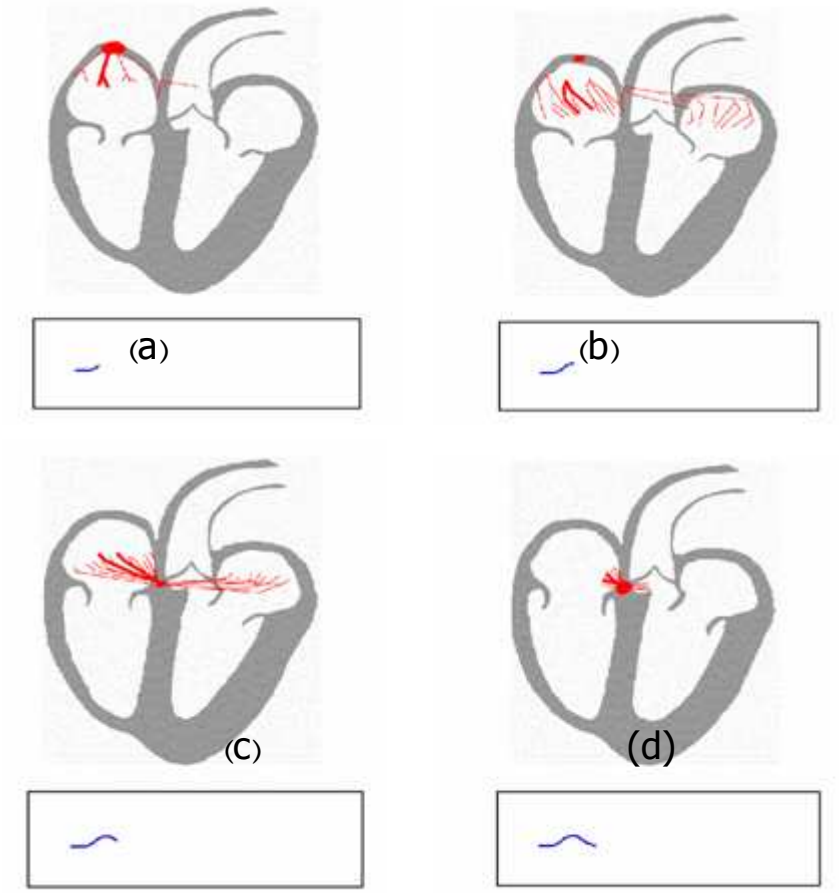
قوانین ساده ای برای آنالیزضربان قلبِ فرد وجود دارد از جمله اینکه :

- تعداد ضربان چقدر است؟
- آیا ضربان با قاعده است یا بی قاعده؟
- آیا موج P حضور دارد؟
- آیا کمپلکسِ QRS وجود دارد؟
- آیا رابطه ای 1:1 بین موجِ P و کمپلکسِ QRS وجود دارد؟
- آیا طول بازه ی PR ثابت است؟

موج P :

در طی دپلاریزاسیون دهلیزی بردار اصلی الکتریکی از گره ی SA به سمت گره ی AV حرکت می کند و از بطن راست به بطن چپ پخش می شود. این فرآیند باعث تشکیل موجِ P در ECG می شود،که در لید های II, III, aV_F به سمت بالا می باشد(به خاطر این که سیگنالِ الکتریکی قلب به سمت الکترودِ مثبت این لید ها نزدیک می شود)و در لید aV_R به سمت پائین می باشد.(زیرا سیگنالِ الکتریکی قلب از الکترودِ مثبت این لید ها دور می شود).

این فرآیند به وضوح در شکل زیر دیده می شود که در آن سیگنال از گره ی SA به سمت AV در حال حرکت است و موج P در اثر این فرآیند ایجاد می شود.



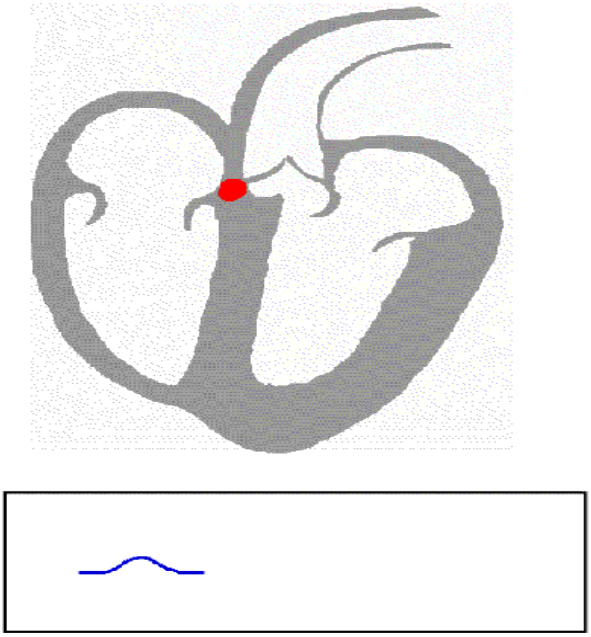
شکل ۱-۱) نحوه ی تشکیل موج P. - (a)حرکت سیگنال از گره ی سینوسی.(b)-پخش شدن سیگنال روی دهلیز ها.(c)-حرکت به سمت گره ی AV.(d) -متمرکز شدن سیگنال در AV . [1]

بازه ی PR :

این بازه از لحظه ی شروع موجِ P تا شروع کمپلکسِ QRS انداز ه گیری می شود.که معمولا در حدود $120 - 200\ ms$ طول می کشد.هر کدام از حالت زیر می تواند معرف وجود یک نوع آریتمی در موج P باشد:

- بازه ی طولانی PR یا بازه ی کوتاه PR
- بازه ی منغییر PR
- تو رفتگی بخش PR می تواند معرف آسیب های دهلیزی باشد

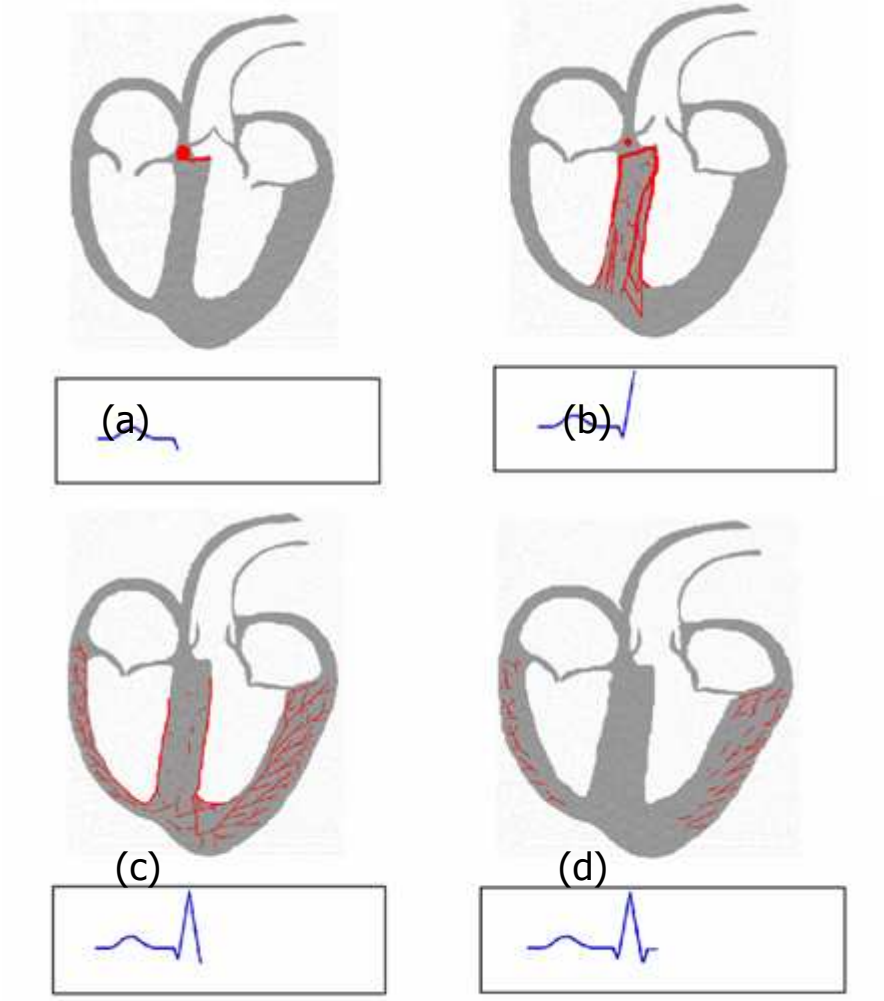
در اثر متمرکز شدن سیگنال روی گره ی AV این بخش ایجاد می شود



شکل ۸-۱)تمرکز سیگنال در گره ی Av و تشکیل بازه ی PR.[1]

کمپلکس QRS :

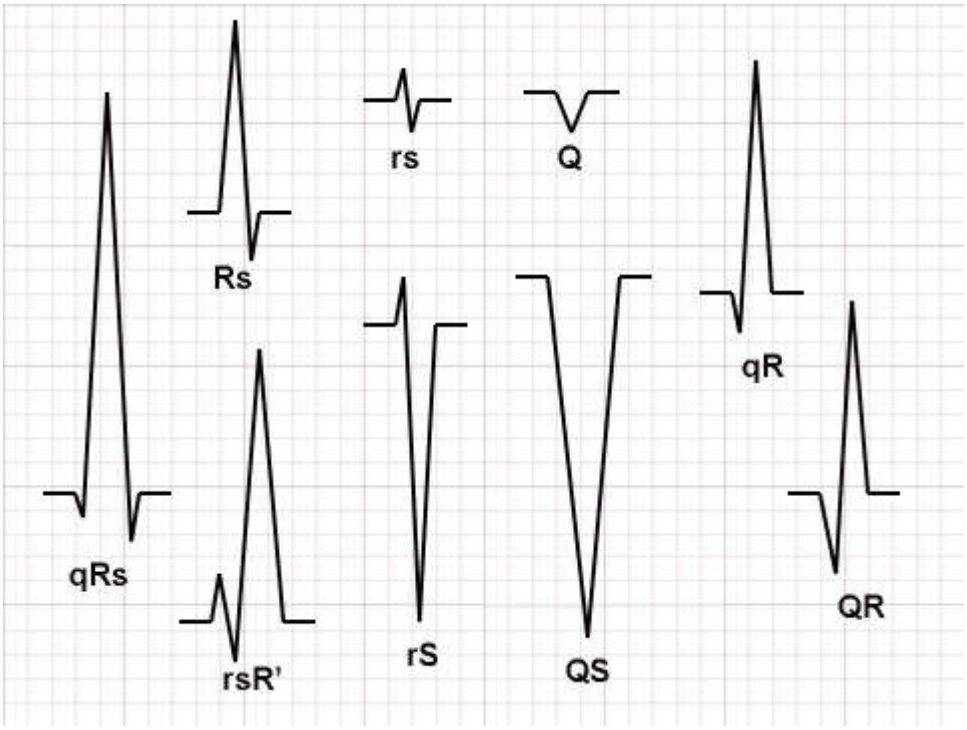
با ورود سیگنال از گره ی AV به بطن بخش Q و با انتقال این سیگنال از گره ی AV به سیستم Purkinje بخش R تشکیل می شود.و با انتقال سیگنال به جداره های بطن بخش S تشکیل می شود.



شکل ۲-۱)تشکیل کمپلکس QRS.-(a) تشکیل بخش Q .-(b,c) تشکیل فسمت R .-(d) تشکیل بخش S.[1]

این کمپلکس در ECG دارای ساختاری است که معادل دپلاریزاسیون بطنی می باشد به علت این که بطن شامل عضلات حجیم تری نسبت به دهلیز می باشد کمپلکس QRS از موج P بزرگتر می باشد بعلاوه به خاطر این که سیستم Purkinje ،دپلاریزاسیونِ بطنی را تعدیل می کند کمپلکس QRS شبیه به یک Spike (پالس کوتاه مدت و نوک تیز)
می شود.لازم به ذکر است که تمامی کمپلکس های QRS شاملِ امواج R ،Q و S نمی باشند.به طور مرسوم هر تر کیبی از این امواج به عنوان کمپلکس QRS در نظر گرفته می شوند.البته برداشت صحیح از ECG های مختلف نیاز به برچسب گذاری دقیق امواج مختلف دارد..معمولا برای برچسب گذاری از حروف بزرگ و کوچک استفاده می کنند. که بستگی به اندازه ی هر موج

دارد.مثلا rS که در آن حرف S بزرگ و حرف r کوچک می باشد نشان دهنده ی کمپلکسی است که در آن موج S از نظر دامنه بزرگتر از r می باشد .



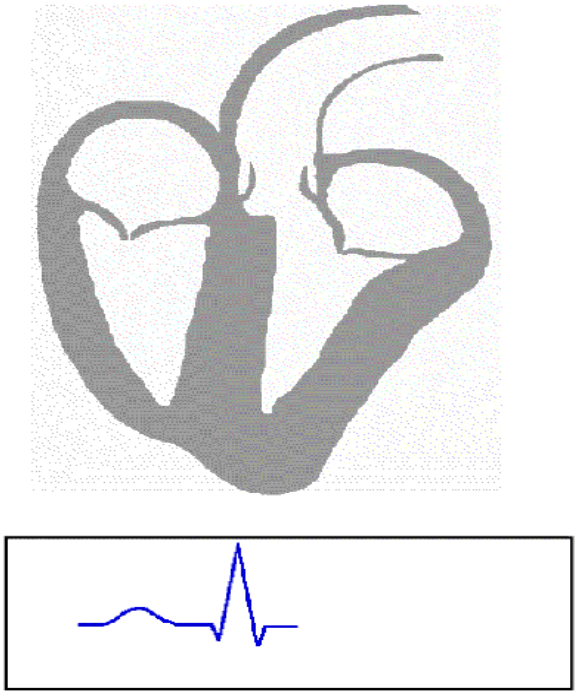
شکل ۳-۱)انواع حالات کمپلکس QRS .[1]

بخش ST :

این بازه کمپلکس QRS را به موج T وصل می کند و در بازه ای به طول $80-120\ ms$ طول می کشد.این بخش ازنقطه ی J (اتصال بین کمپلکس QRS و بخش ST) شروع می شود و تا شروع موج T ادامه می یابد

- یک ST نرمال دارای کمی تقعر به سمت بیرون می باشد
- یک ST مسطح، شیب رو به پائین یا فشرده می تواند معرف کم خونی شریانی باشد.
- ارتفاع ST می تواند معرف انفارکتوس میو کاردیال باشد.

در ایجاد این بخش قلب دارای فعالیت الکتریکی خاصی نمی باشد و این بخش به صورت زیر ایجاد می شود.



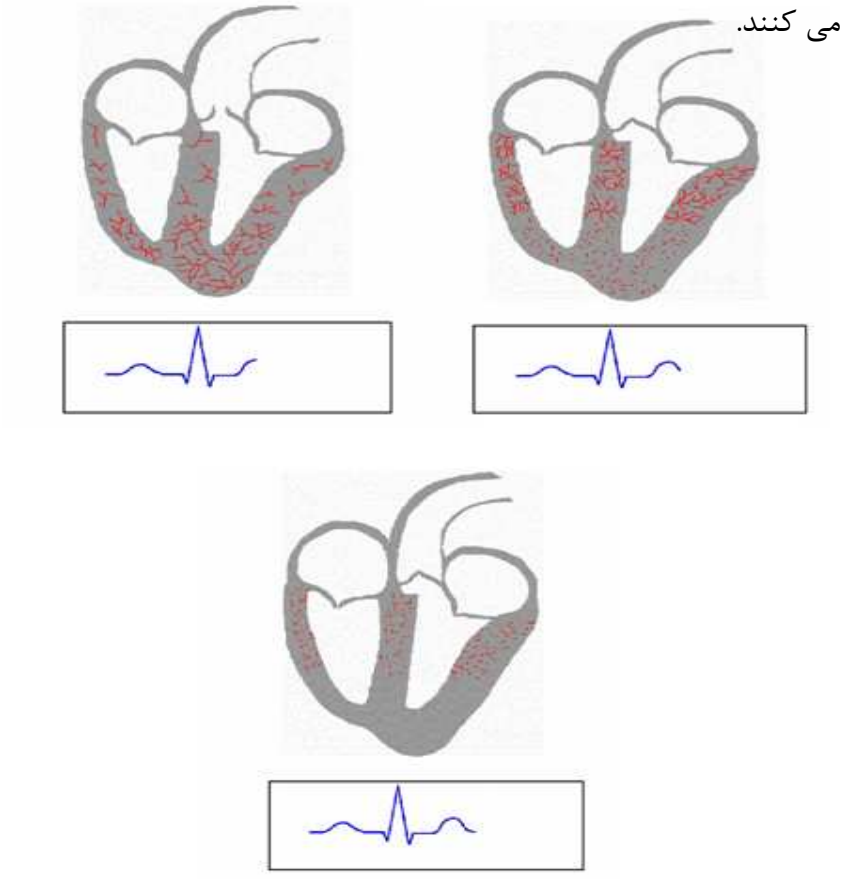
شکل ۴-۱) تشکیل بخش ST.[1]

موج T :

این موج معرف ریپلاریزاسیون بطنی می باشد. در اغلب لید ها موج T مثبت می باشد.اگر چه در لید aV_R موجِ T منفی نرمال است در لید V_1 این موج می تواند مثبت یا منفی باشد بعلاوه داشتن موجِ T منفی در لید های III, aV_L, aV_F غیر معمول نمی باشد.

- موج منفی T می تواند نشان دهنده ی کم خونی وریدی ،سندرم Wellen یا هیپوتروفی بطن چپ باشد.
- هنگامی که یک نارسائی هدایتی وجود داشته باشد موج T در مقابل تغییر شکل کمپلکس QRS تغییر شکل می دهد.

با بسته شدن شر یان آئورت سیگنال های موجود در بخش Purkinje این بخش را ایجاد می کنند.



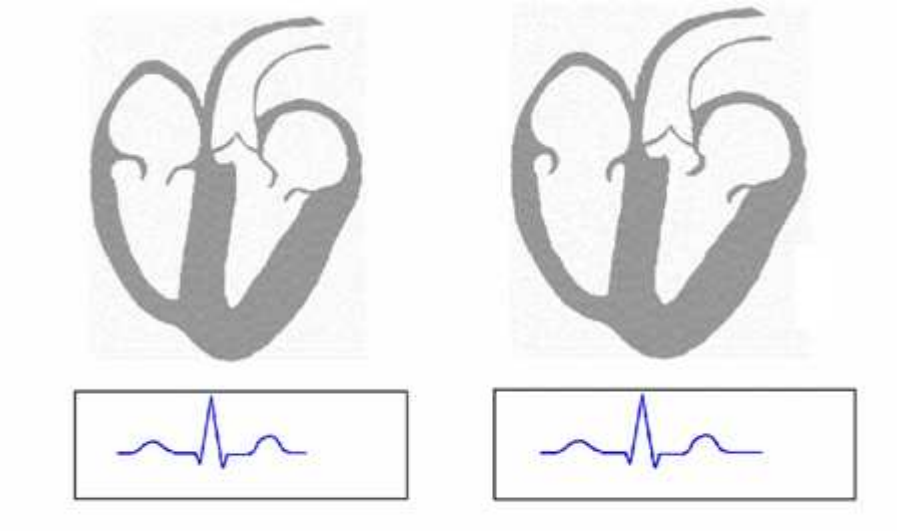
شکل ۵-۱)-تشکیل موج T.[1]

بازه ی QT :

از شروع کمپلکس QRSو تا انتهای موج T ادامه دارد یک بازه ی نرمال QT در حدود $0.4s$ طول می کشد،بازه یQT همانند بازه ی QT اصلاح شده در تشخیص سندرم های کوتاه و بلند QT اهمیت دارد. طول .بازه ی QT براساس ضربان قلب تغییر می کند. بنابراین ضرائب مختلفی برای اصلاح بازه ی QT بر اساس ضربان قلب بکار می روند که یکی از مهم ترین آن ها رابطه ی Bazett می باشد:

$$QT_C = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$

QT_C بازه ی اصلاح شده و RRبازه ا ی که از شروع یک کمپلکس QRS تا کمپلکس QRS بعدی ادامه دارد،می باشد که بر حسب ثانیه اندازه گیری می شوند.



شکل ۱۳-۱) تشکیل بخش انتهائی سیگنال.[1]

موج U :

این موج همیشه دیده نمی شود.معمولا کوچک است و بعد از موجِ T قرار می گیرد امواج U نشان دهنده ی ریپلاریزاسیون عضلات Papillary یا رشته های Purkije می باشد.

منابع :

[1]. http://en.wikipedia.org/wiki/Ecg
[2]. http://www.cvphysiology.com/Arrhythmias/A013b.html
[3]. http:// /www.cvphysiology.com/Arrhythmias/A013a.html
[4]. http:// /www.cvrti.utah.edu/~ Macleod/ bioen/be6000/labnotes/ecg/descrip.html
[5]. http:// /www.obsmedical.com/safty/clinical.php