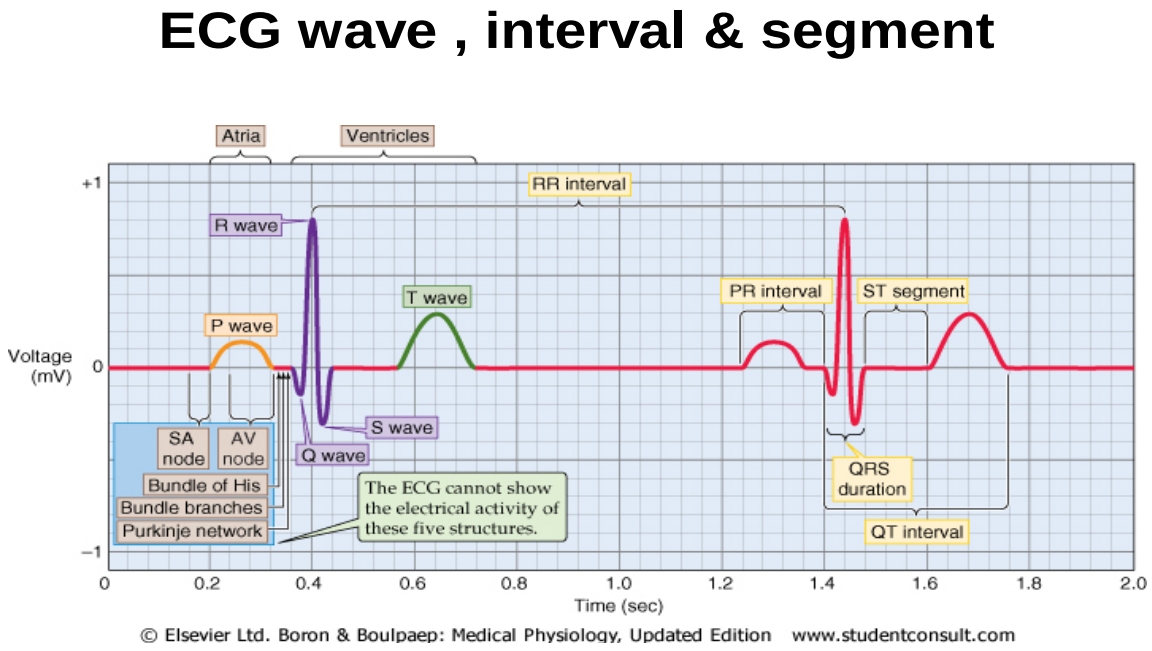
الکترو کاردیوگرافی (Electrocardiogram)

هدف: آشنایی با ثبت نوار قلب و بررسی منحنی های الکتروکاردیوگرام در انسان می‌باشد. فعالیت الکتریکی قلب، ایجاد اختلاف پتانسیل‌هایی می‌کند که می‌توان آنرا از سطح بدن ثبت کرد. این اختلاف پتانسیل‌ها بستگی به منشا و انتشار فعالیت الکتریکی قلب و همینطور وضعیت قلب در داخل قفسه سینه دارد، یک الکتروکاردیوگرام طبیعی نشان‌دهنده یک قلب طبیعی با فعالیت الکتریکی طبیعی است.



اجزای الکتروکاردیوگرام طبیعی

یک الکتروکاردیوگرام طبیعی شامل بخشهای زیراست.

۱- موج P (P wave): نشان‌دهنده پیشروی دپلاریزاسیون در دهلیزها بعد از شروع دپلاریزاسیون گره SA می‌باشد. طول مدت این موج ۰/۰۸ ثانیه و دامنه ولتاژ آن ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌ولت است.

۲- فاصله PR (PR interval): از زمان شروع موج P تا شروع کمپلکس QRS می باشد. این فاصله بین فعال شدن گره سینوسی-دهلیزی تا شروع فعالیت دپولاریزاسیون بطن‌ها است و گاهی چون موج Q وجود ندارد، کمپلکس با موج R شروع می‌شود. لذا این فاصله را PR نیز می‌نامند. طولانی شدن این فاصله نشان از اختلال در هدایت ایمپالس در دهلیزها و گره AV دارد. مدت این فاصله بطور طبیعی ۰/۱۶ ثانیه است.

۳- قطعه PQ (PQ segment): بصورت خطی از انتهای موج P شروع می‌شود تا شروع کمپلکسQRS ادامه پیدا می‌کند و مدت زمان آن ۰/۰۶-۰/۰۳ ثانیه است.

۴- امواج QRS: نشانگر دپلاریزاسیون در بطن‌هاست و معمولاً دارای سه موج است. بر حسب قرارداد اولین موج به طرف پایین در کمپلکس QRS ، Q خوانده می‌شود و اولین موج به طرف بالا R و موج پایین‌رو بعد از R ، S

خوانده می‌شود. لذا Q منفی ، R مثبت و S موج سوم و منفی می باشد. در برخی حالات این کمپلکس فاقد یک یا هر دو موج منفی است. مدت زمان این کمپلکس ۰/۰۸-۰/۰۶ ثانیه و ولتاژ آن ۱/۲-۰/۸ میلی‌ولت است. رپلاریزاسیون دهلیزی همزمان با ثبت این کمپلکس می‌باشد.

۵- قطعه ST: که از انتهای کمپلکس QRS تا ابتدای موج T را شامل می‌شود و نشان دهنده مرحله ای است که سراسر بطن‌ها دپلاریزه بوده و هیچگونه اختلاف پتانسیلی بین یک منطقه و منطقه دیگر آن وجود ندارد. مدت زمان این قطعه حدود ۰/۱۵ ثانیه می‌باشد.

۶- موج T: نمایش‌دهنده پیشروی رپولاریزاسیون در بطن‌هاست و مدت زمان آن ۰/۱۵ ثانیه می‌باشد.

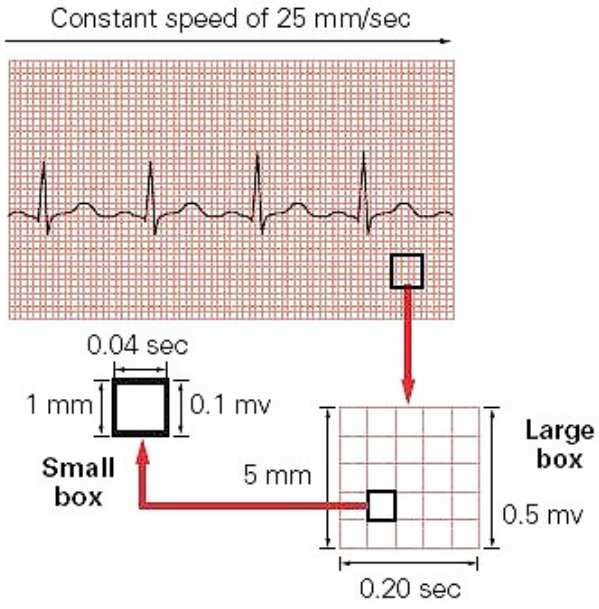
وسایل و مواد مورد نیاز:

دستگاه الکتروکاردیوگراف با کاغذ مخصوص و الکترودهای مربوطه و ژل مخصوص هادی جریان الکتریکی

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 عمودی نشان دهنده‌ی اختلاف پتانسیل 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.



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 عمودی، 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.

روش آزمایش:

بهترین نتیجه در ثبت ECG هنگامی گرفته می‌شود که شخص به آرامی روی تخت دراز کشیده یا روی صندلی راحتی نشسته باشد.

۱- با استفاده از نوارهای لاستیکی الکترودهای ECG را با ژل‌های مخصوص که سبب افزایش هدایت جریان از بدن به الکترود می‌شود، به اندام‌ها یعنی دست راست، دست چپ و پای راست و چپ وصل کنید. به جای ژل مخصوص از اسفنج الکل دار هم می‌توان استفاده کرد.

۲- برای وصل الکترودهای اندام‌ها از سیم‌های بخصوصی که هر یک به رنگ خاصی مشخص شده است، استفاده می‌شود.

نحوه نصب لیدها و گیره‌ها به ترتیب زیر می‌باشد

۱- دست راست: گیره قرمز

۲- پای راست: گیره مشکی

۳- دست چپ: گیره زرد

۴- پای چپ: گیره سبز

۳- شش الکترود مخصوص لیدهای جلو قلبی (لیدهای سینه ای V1-V6) را با استفاده از ژل خاص در روی سینه در محلهای مخصوص قرار داده.

۴- سرعت کاغذ دستگاه روی۲۵ میلی‌متر در ثانیه تنظیم کرده و دستگاه را طوری مدرج (Calibrate) کنید که قلم ثبات در ازای یک میلی ولت جریان یک سانتیمتر روی کاغذ بالا یا پائین برود. (ولتاژ دستگاه روی ۱cm/۱mvتنظیم می‌شود.)

اگر تعداد ضربانات قلب کم بود سرعت کاغذ را در ۵۰ mm/sec تنظیم می‌کنیم که در این صورت فاصله زمانی هر خانه کوچک ۰/۰۲ ثانیه خواهد بود و این تغییر را در محاسبه تعیین تعداد ضربانات قلب و مدت زمان موج‌ها منظور می‌کنیم.

اگر ولتاژهای قلبی بالا باشند، کالیبراسیون را بجای ۱۰mm در ۵ mm تنظیم می‌کنیم و ولتاژهای مورد نظر را در ۲ ضرب می‌کنیم و اگر ولتاژها خیلی پائین باشند، کالیبراسیون را در ۲۰ mm تنظیم و ولتاژهای مورد نظر را بر ۲ تقسیم می‌کنیم.

اشتقاق‌های دوازده‌گانه معمول در الکتروکاردیوگرافی:

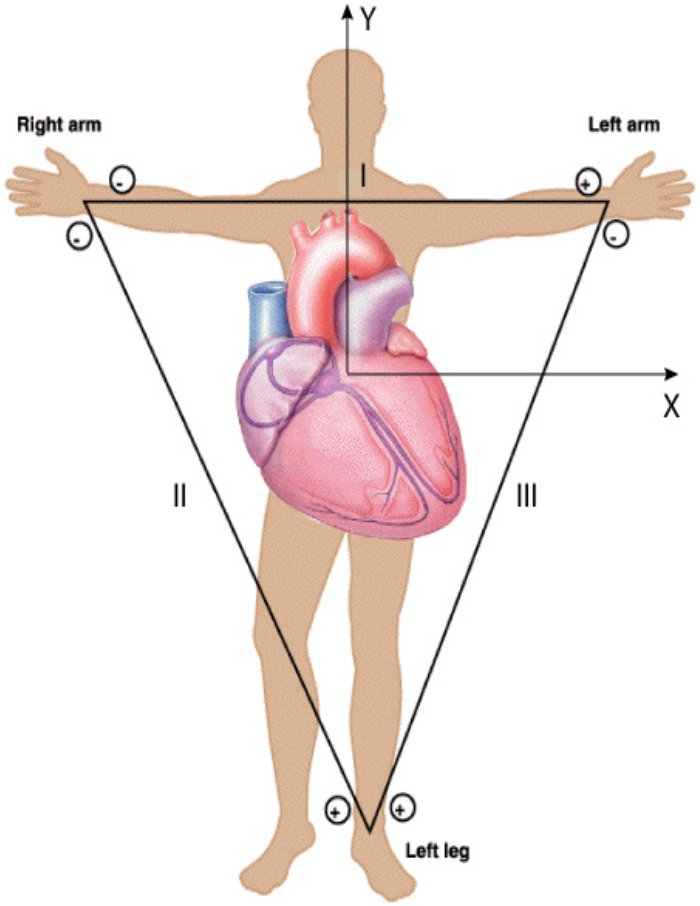
الف) اشتقاق‌های استاندارد یا دوقطبی: Standard or Bipolar Limb Leads

این اشتقاق‌ها بصورت دوقطبی ثبت می‌شوند و عبارتند از اشتقاق‌های I ,II, III که آنها را بصورت L_1, L_2, L_3 یا D_1, D_2, D_3 نیز نشان می دهند.

اشتقاق I: در این اشتقاق قطب منفی دستگاه به دست راست و قطب مثبت دستگاه به دست چپ وصل می‌شود.

اشتقاق II: در این اشتقاق قطب منفی دستگاه به دست راست و قطب مثبت دستگاه به پای چپ وصل می‌شود.

اشتقاق III: در این اشتقاق قطب منفی دستگاه به دست چپ و قطب مثبت دستگاه به پای چپ وصل می‌شود.
حال به طور تقریب با این سه اشتقاق یک مثلث متساوی‌الاضلاع به وجود می‌آید (مثلث آینتوون Einthonen) که منبع جریان الکتریسیته یعنی قلب در وسط آن قرار دارد.
از این رو با در دست داشتن دو اشتقاق می‌توان اشتقاق سوم را محاسبه کرد: DII=DI+DIII



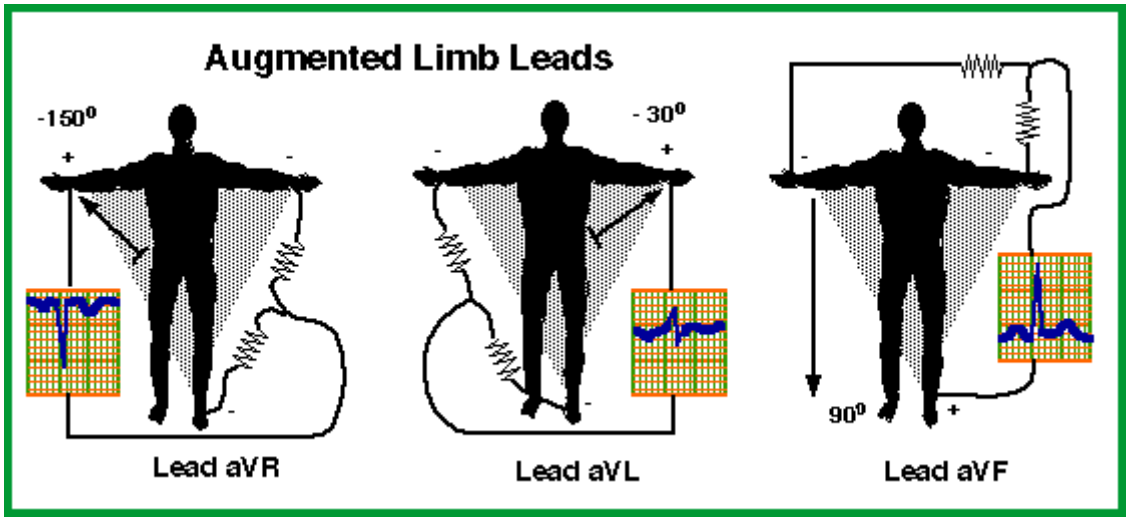
ب) اشتقاق‌های یک قطبی تقویت شده اندام‌ها: Augmented Unipolar Limb Leads

در این اشتقاق‌ها همواره قطب منفی دستگاه به دو اندام بسته می‌شود و در نتیجه تغییرات آن همواره ناچیز و برابر با صفر است و قطب مثبت به اندام دیگر (پای راست به عنوان گراند یا زمین) استفاده می شود. این اشتقاق‌ها عبارتند از:

اشتقاق تقویت شده یک قطبی دست راست aVR: در این اشتقاق قطب مثبت به دست راست (R) و قطب منفی به مجموعه دست چپ و پای چپ متصل می‌شود.

اشتقاق تقویت شده یک قطبی دست چپ aVL: در این اشتقاق قطب مثبت به دست چپ (L) و قطب منفی به مجموعه دست راست و پای چپ متصل می‌شود.

اشتقاق تقویت شده یک قطبی پای چپ aVF: در این اشتقاق قطب مثبت به پای چپ و قطب منفی به مجموعه دست راست و دست چپ متصل می‌شود.



ج) اشتقاق‌های جلوی قلبی Precordial Leads

این لیدها بصورت یک قطبی ثبت می‌شوند. اندام‌ها از طریق مقاومت‌های الکتریکی به یکدیگر وصل شده و تشکیل یک الکترود بی‌تفاوت یا خنثی را داده که به قطب منفی دستگاه متصل است و قطب مثبت به الکترودهایی که در سطح قدامی سینه بر روی شش نقطه مختلف قرار گرفته وصل می شود.

محل قرار دادن الکترودها در اشتقاق‌های جلوی قلبی:

V_1: چهارمین فضای بین دنده‌ای در قسمت راست استخوان جناغ سینه

(روش پیدا کردن فضای بین دنده ای چهارم: با پیدا کردن زاویه جناغی که در ۵سانتی متری بالای جناغ سینه به صورت یک برآمدگی عرضی می‌باشد شما در راستای دنده دوم قرار می‌گیرید. فضای بین دنده‌ای اول بالای دنده دوم می‌باشد و به همین ترتیب به سمت پایین ادامه دهید تا فضای بین دنده‌ای چهارم را پیدا کنید.

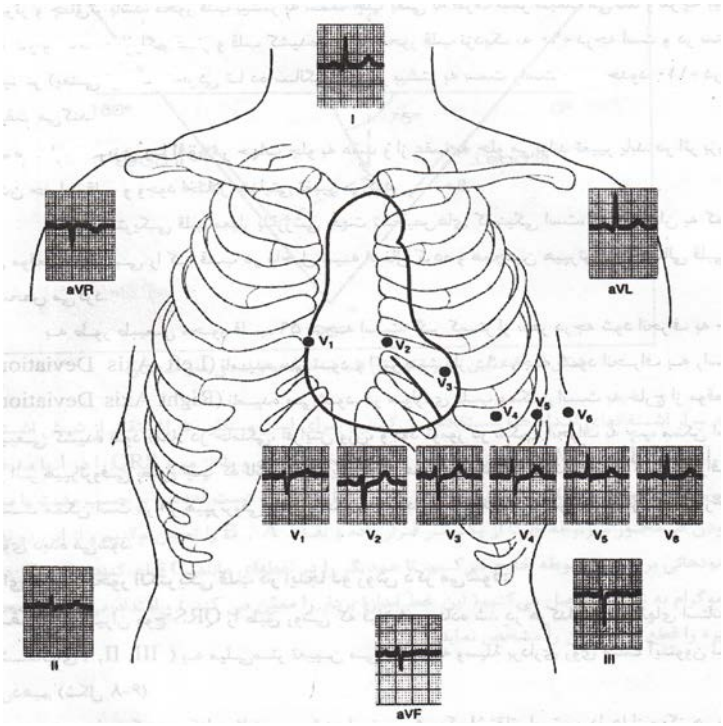
V_2: چهارمین فضای بین دنده‌ای در قسمت چپ استخوان جناغ سینه

V_3: حدفاصل بین V_2 و V_4

V_4: پنجمین فضای بین دنده‌ای روی خطی که عمود بر استخوان چنبری است (Midclavicular Line)

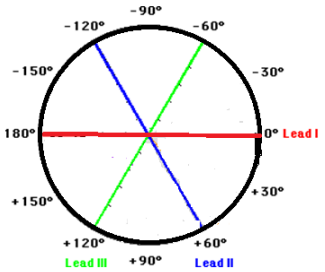
V_5: پنجمین فضای بین دنده‌ای در قسمت جلو زیر بغل (Anterior Axillary Line)

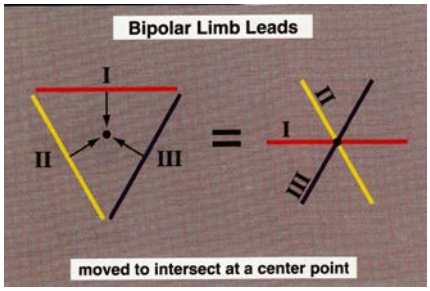
V_6: پنجمین فضای بین دنده‌ای درست در روی خط زیر بغل (Mid Axillary Line)


I
aVR
aVL
V1
V2
V3
V4
V5
V6
V1
V2
V3
V4
V5
V6
II
III
aVF

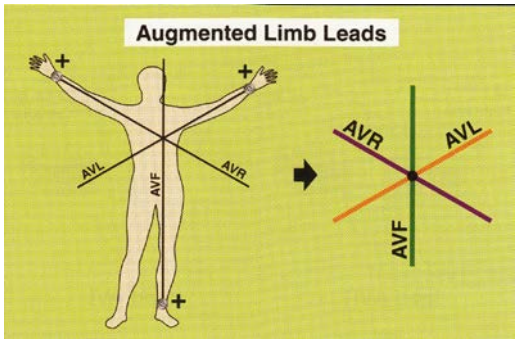
محورها Axis

۱ -محور لیدهای III, II, I: با انتقال سه اشتقاق (دو قطبی) اندامی به مرکز مثلث آینتوون، سه محور مرجع متقاطع ایجاد می‌شود که محور لیدهای III, II, I می‌باشند.



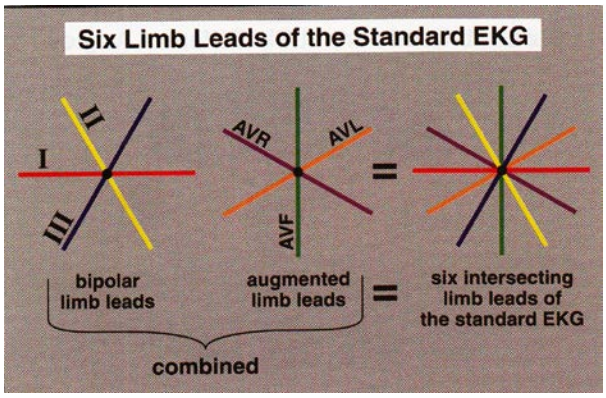


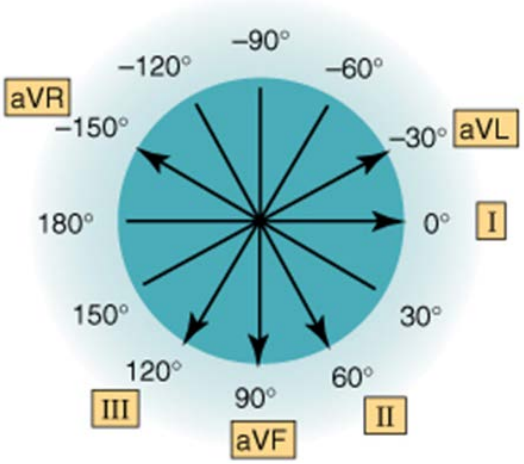
۲ -اشتقاق‌های اندامی تقویت شده (aVR-aVL-aVF) در زوایای مختلفی با هم تلاقی می‌کنند و موجب ایجاد سه خط مرجع متقاطع دیگر می‌شوند.



۳ -**سیستم شش محوری**

تمام شش اشتقاق اندامی یک قطبی و دو قطبی با هم تلاقی می‌کنند و شش خط مرجع متقاطع درست می‌کنند که بر روی یک سطح مسطح روی سینه بیمار قرار دارند.

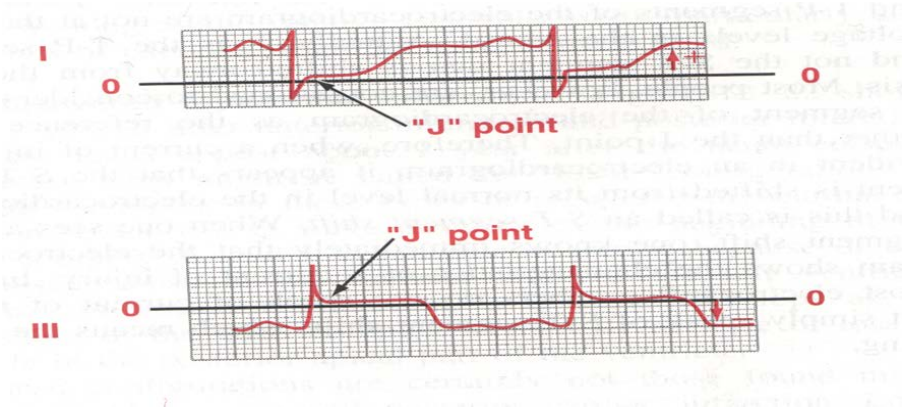




تعیین ولتاژ موج QRS:

چنانچه گفته شد در کاغذ نوار الکتروکاردیوگرام اندازه هر کدام از مربع‌های کوچک در بعد عمودی ۰/۱mV است. برای تعیین ولتاژ QRS خط J (خطی افق بر روی الکتروکاردیوگرام که ولتاژ صفر را نشان می‌دهد، این خط از نقطه J می‌گذرد و نقطه J، نقطه‌ای است که پایان کمپلکس QRS و شروع قطعه ST را نشان می دهد) را ادامه می‌دهیم تا QRS را قطع کند. حال مربع‌های بالای خط J را با علامت مثبت و مربع‌های پایین خط J را با علامت منفی می‌شماریم و آنها را جمع جبری می‌کنیم تا ولتاژ موج QRS بدست آید.

چنانچه هر دو موج منفی، Q و S در نوار قلب وجود داشته باشد. از بین این دو، موج بزرگ‌تر را به عنوان موج منفی در نظر گرفته و ولتاژ آن را به عنوان ولتاژ منفی محاسبه می‌کنیم.



روش بدست آوردن تعداد ضربانات قلب:

برای تعیین سرعت ضربان قلب از روی الکتروکاردیوگرام، روش‌های متعددی وجود دارند. روش کلی به این صورت است که می‌توان فاصله دو موج R بر حسب ثانیه را معکوس کرده و در ۶۰ ضرب نمود تا تعداد ضربانات قلب در دقیقه بدست آید، بعبارت دیگر اگر فاصله دو موج R برابر با T ثانیه باشد، تعداد ضربانات قلب در دقیقه برابر با ۶۰×1/T خواهد بود. ۴روش شایع جهت تعیین سرعت ضربان قلب که مشتق شده از این روش کلی است، در زیر معرفی می‌شوند.

روش اول: روش ۶ ثانیه‌ای

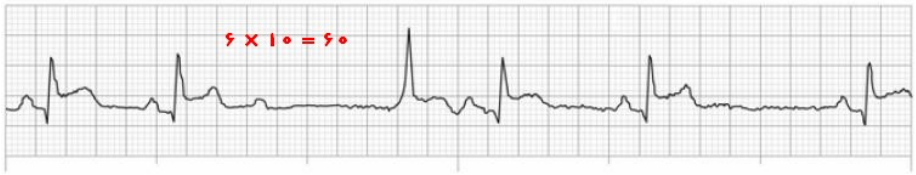
روش دوم: روش مربع‌های بزرگ

روش سوم: روش مربع‌های کوچک

روش چهارم: روش ترتیبی

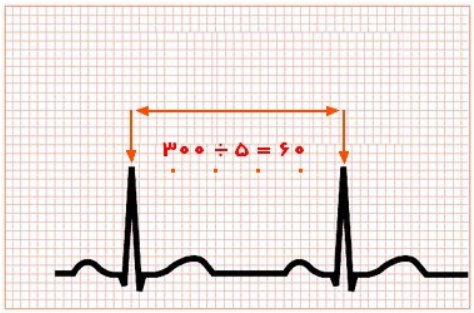
روش ۶ ثانیه‌ای

این روش ساده‌ترین و سریع‌ترین 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 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.



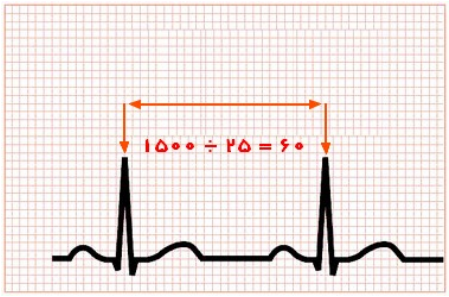
روش مربع‌های بزرگ

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 با تقسیم عدد ۳۰۰ بر این تعداد می‌توان سرعت ضربان قلب را محاسبه کرد.



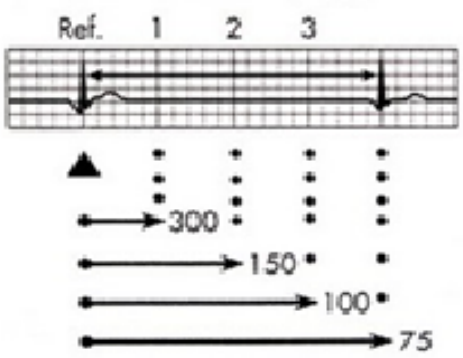
روش مربع‌های کوچک

چنانچه گفته شد، هر مربع کوچک بر روی محور افقی معادل ۰/۰۴ ثانیه است. با این پیش زمینه، در این روش تعداد مربع‌های کوچک بین دو کمپلکس QRS متوالی را شمرده و با تقسیم عدد ۱۵۰۰ بر این تعداد می‌توان ضربان قلب را محاسبه نمود.



روش ترتیبی (sequential)

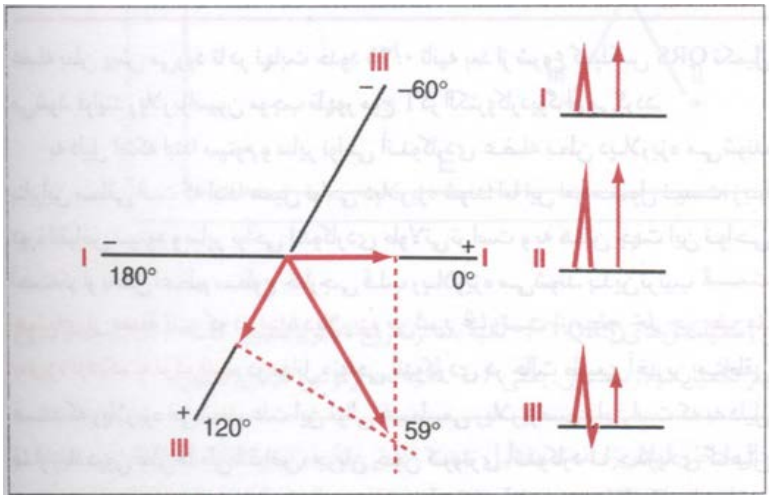
در این روش یک موج را که دقیقاً بر روی یک خط تیره‌ی بزرگ قرار گرفته است پیدا کنید. خطوط تیره‌ی بعدی به ترتیب معرّف ۳۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۷۵، ۶۰ و ۵۰ هستند. یعنی اگر موج R بعدی روی خط تیره‌ی بعد افتاده باشد، تعداد ضربان قلب ۳۰۰ و اگر روی خط تیره‌ی دوم افتاده باشد، تعداد ضربان قلب ۱۵۰ است، الی آخر. در بسیاری از 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 پرطرفدار می‌باشد.



طرز تعیین محور متوسط الکتریکی قلب (Mean Electrical Axis)

محور متوسط الکتریکی قلب برآیند وکتورهایی است که در اثر دپلاریزاسیون میوسیت‌ها در جهات مختلف ایجاد می‌شود و این برآیند تعیین کننده محور قلب می‌باشد که در حقیقت برآیند دو یا چند موج QRS در اشتقاق‌های مختلف است.

جهت تعیین محور متوسط الکتریکی قلب ابتدا دو اشتقاق استاندارد نظیر لیدهای I, III را در نظر گرفته و محور این لیدها را رسم می‌کنید سپس یک کمپلکس QRS از لید I و یک کمپلکس QRS از لید III را انتخاب کرده و تعیین ولتاژ کنید سپس مقادیر بدست آمده را روی محورها جدا کنید. (به طور قردادی مثلاً هر ۰/۵ سانتی‌متر خط‌کش را برابر با ۰/۱ میلی‌ولت قرار دهید.) و بعد از نقاط بدست آمده عمود خارج کرده تا در نقطه ای یکدیگر را قطع نمایند. سپس از مرکز محور مختصات خطی به این محل تقاطع وصل کنید تا محور متوسط الکتریکی قلب بدست آید.



روش دوم تعیین محور الکتریکی قلب:

۱ - ابتدا لید ایزوالکتریک را در لیدهای اندامی پیدا کنید. به عبارت دیگر لیدی که در آن قسمت‌های صعودی (مثبت) و نزولی (منفی)کمپلکس QRS با هم برابر باشند.

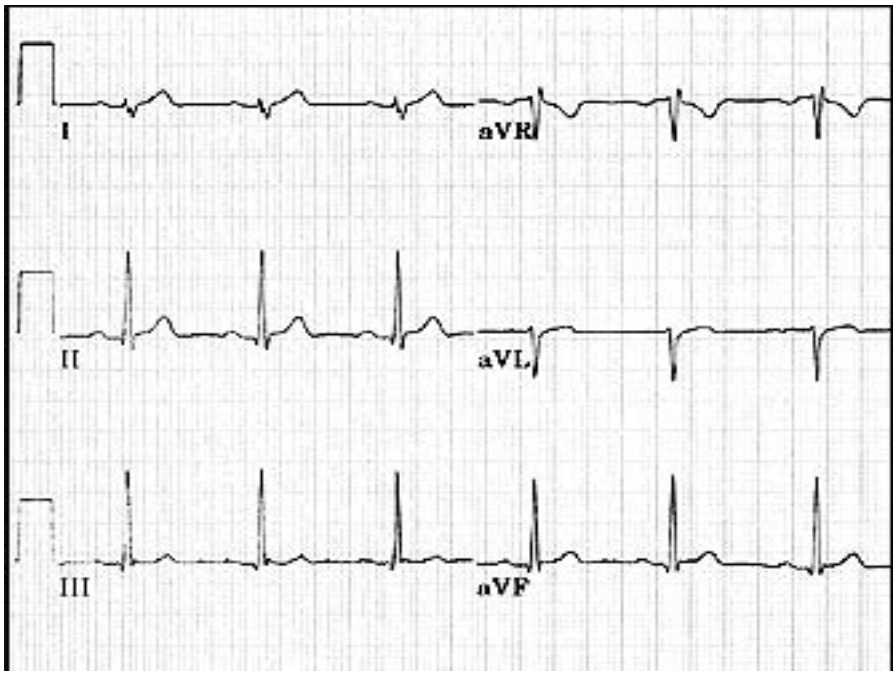
۲ - از روی سیستم شش محوری آن لیدی را که با لید ایزوالکتریک زاویه قائمه تشکیل می‌دهد، پیدا کنید.

۳ - چنانچه ولتاژکمپلکس QRS در لیدی که زاویه قائمه با لید ایزو الکتریک داشته مثبت باشد، زاویه جهت مثبت آن محور خوانده می‌شود ولی اگر ولتاژ کمپلکس QRS در این لید منفی باشد زاویه جهت منفی محور خوانده می‌شود.

تعیین محور الکتریکی قلب به این ترتیب یک روش تقریبی و سریع است چون در بعضی شرایط لیدی که کاملاً ایزو الکتریک باشد وجود ندارد، محور الکتریکی قلب به صورت تقریبی می‌توان محاسبه کرد.

مثال:

در نوار قلب زیر کمپلکس QRS در لید یک، ایزوالکتریک است و بر اساس سیستم شش محوری، محورلید عمود بر محور لید یک، لید aVF می‌باشد. در لید aVF نیز ولتاژ کمپلکس QRS مثبت می‌باشد پس محور الکتریکی قلب ۹۰+ درجه می‌باشد.



بطور طبیعی محور قلب ۵۹ درجه است. اگر کمتر از صفر درجه شود انحراف به چپ (Left Axis Deviation) نامیده می‌شود و اگر بیشتر از ۹۰ درجه شود، انحراف به راست (Right Axis Deviation) نامیده می‌شود. در مواردی قلب ممکن است به خارج از موقعیت طبیعی کشیده شود (مثلاً در حاملگی، افزایش وزن، وجود تومور در شکم). انحراف به چپ ممکن است در اثر هیپرتروفی بطن چپ که ناشی از افزایش فشار خون سیستمیک است، صورت گیرد. انحراف به راست ممکن است در اثر هیپرتروفی بطن راست بوجود آید، همانطور که در حالت افزایش فشار خون ریوی دیده می‌شود.

ارزش کلینیکی الکتروکاردیوگرافی:

ECG در موارد زیر ارزش تشخیصی دارد:

۱ - هیپرتروفی دهلیزی و بطنی
۲ - ایسکمی میوکاردیال و سکته قلبی
۳ - تورم پریکارد (پری کاردیت pericarditis)
۴ - بیماریهای سیستمیک که قلب را گرفتار می‌سازد.
۵ - ارزیابی اثر داروهای قلبی، مخصوصاً دیژیتالیس (digitalis) و عوارض ضد آریتمی
۶ - آشفتگی در تعادل الکترولیت‌ها
۷ - ارزیابی عمل pacemaker قلبی

همچنین ECG از ارزش تشخیصی قابل ملاحظه‌ای در ارزیابی تأخیر هدایت ایمپالس الکتریکی، دهلیزی و بطنی و تعیین منبع و نوع اختلال ریتمی دارد.

توجه : به جهت رعایت مسائل ایمنی و جلوگیری از اثرات نامطلوبی که امواج الکتریکی و الکترومغناطیسی موجود در محیط بر روی کیفیت ECG گرفته شده از بیمار می گذارد ، استفاده از کابل زمین الزامی می باشد . بسته به امکانات موجود می توان از کابل کشی زمین ، لوله کشی آب ، شوفاژ و در نهایت در صورت در دسترس نبودن هیچ یک از موارد فوق از تخت بیمار برای اتصال سیم زمین استفاده نمود.

پس از هر بار ثبت ECG الکترودها را با پنبه و الکل شستشو دهید.

در صورت گیر کردن کاغذ در بین غلطکها هرگز آن را بوسیله اجسام سخت خارج نکنید.

حداقل هفته ای یک بار نوک قلم و یا کریستال حرارتی را با پنبه و الکل سفید تمیز نمایید.

همواره از کاغذهای استاندارد و مناسب استفاده نموده و از به کاربردن کاغذهایی که بزرگتر و یا کوچکتر از سایز کاغذ دستگاه می باشد خودداری کنید.

در صورتی که برق محلی که دستگاه ECG در آنجا قرار دارد دارا ی نوسانات شدید و یا قطع و وصل مکرر می باشد برای

حفاظت از دستگاه حتما از استابلایزر و یا UPS مناسب اتفاده کنید.