اصول، اختلال‌ها و ملاحظه‌های الکتروکاردیوگرام (ECG) در بیهوشی و مراقبت‌های ویژه

دکتر علی اشرف
فلوشیپ مراقبت‌های ویژه
استادیار دانشگاه علوم پزشکی گیلان

دکتر علی محمد زاده جوریابی
فلوشیپ بیهوشی جراحی قلب
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی گیلان

دکتر هاتف علیپور
متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه

دکتر سیامک ریماز
متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه

ویراستار
سید عبدالحمید حمیدی
کارشناس بیهوشی

کتاب ارجمند

کتاب ارجمند

دکتر علی اشرف، دکتر علی محمدزاده جوریانی
دکتر هاتف علیپور، دکتر سیامک ریماز
اصول اختلال‌ها و ملاحظه‌های الکتروکاردیوگرام (ECG) در بیهوشی و مراقبت‌های ویژه
ویراستار: سیدعبدالحمید حمیدی
فروست: ٨٨٤
ناشر: کتاب ارجمند
(با همکاری انتشارات ارجمند)
صفحه‌آرا: پرستو قدیم‌خانی
مدیر هنری: احسان ارجمند
سرپرست تولید: محبوبه بازعلی‌پور
ناظر چاپ: سعید خانکشلو
چاپ: سامان، صحافی: روشنک
چاپ اول، دی ١٣٩٤، ١١٠٠ نسخه
شابک: ٩-٣٧٩-٢٠٠-٦٠٠-٩٧٨

www.arjmandpub.com

ایـن اثـر، مشـمول قـانون حمایـت از مؤلفـان و مصـنفان و هنرمندان مصوب ١٣٤٨ است، هر کس تمام یا قسمتی از ایـن اثر را بدون اجازه مؤلف، ناشر، نشر یا پخـش یـا عرضـه کنـد مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

عنوان و نام‌پدیدآور: اصـول، اخـتلال‌هـا و ملاحظـه‌هـای الکتروکاردیوگرام (ECG) در بیهوشی و مراقبت‌های ویـژه / تألیف علی محمدزاده جوریابی... [و دیگران]؛ ویراستار سیدعبدالحمید حمیدی.
مشخصات نشر: تهران، کتاب ارجمند، ١٣٩٣.
مشخصات ظاهری: ١٢٠ ص. رقعی
شابک: ٩-٣٧٩-٢٠٠-٦٠٠-٩٧٨
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
موضوع: الکتروکاردیوگرافی؛ الکتروکاردیوگرافی – تغییـر و تفسیر
شناسه افزوده: محمدزاده جوریابی، علی، ١٣٤٠؛ حمیدی، سیدعبدالحمید، ویراستار
رده‌بندی کنگره: ١٣٩٣ ٦الف٧الف/٥/٦٨٣ RC
رده‌بندی دیویی: ٦١٦/١٢٠٧٥٤٧
شماره کتابشناسی ملی: ٣٥١٣٦٨٤

مرکز پخش: انتشارات ارجمند
دفتر مرکزی: تهران بلوار کشاورز، بین خ کارگر و ١۶ آذر، پلاک ٢٩٢، تلفن: ٨٨٩٨٢٠٤٠
شعبه مشهد: ابتدای احمدآباد، پاساژ امیر، انتشارات مجد دانش، تلفن: ٠٥١-٣٨٤٤١٠١۶
شعبه رشت: خ نامجو، روبروی ورزشگاه عضدی، تلفن: ٠١٣-٣٣٣٣٢٨٧۶
شعبه بابل: خ گنج افروز، پاساژ گنج افروز، تلفن: ٠١١-٣٢٢٢٧٧۶۴
شعبه ساری: بیمارستان امام، روبروی ریاست تلفن: ٠٩١١-٨٠٢٠٠٩٠
شعبه کرمانشاه: خ مدرس، پشت پاساژ سعید، کتابفروشی دانشمند تلفن: ٠٨٣-٣٧٢٨٤٨٣٨

بها: ١٠٠٠٠ تومان

با ارسال پیامک به شمارهٔ ٥٩٩ ٥٩٩ ٠٠٠ ٠٠٠ ١ در جریان تازه‌های نشر ما قرار بگیرید:
ارسال عدد ١ : دریافت تازه‌های نشر پزشکی به صورت پیامک
ارسال عدد ٢: دریافت تازه‌های نشر روان‌شناسی به صورت پیامک
ارسال ایمیل: دریافت خبرنامهٔ الکترونیکی انتشارات ارجمند به صورت ایمیل

فهرست مطالب

فصل اول: مبانی آناتومیک و فیزیولوژی در الکتروکاردیوگرافی ۷

فصل دوم: نکات پایه در الکتروکاردیوگرام ۱۱

نحوه قرارگیری لیدهای سینه‌ای ۱۲

فصل سوم: مشخصات کاغذ الکتروکاردیوگرام ۱۵

فصل چهارم: محور الکتریکی قلب ۱۷

فصل پنجم: (ECG: وقایع ثبت شده در الکتروکاردیوگرام) ۲۱

فصل ششم: انواع شایع آریتمی‌های قلبی ۴۱

فصل هفتم: بلوک‌های سیستم هدایتی قلب ۶۳

فصل هشتم: تغییرات قطعه ST ۷۹

فصل نهم: تغییرات موج T ۸۵

فصل دهم: هیپرتروفی بطن (Ventricular Hypertrophy) ۸۷

فصل یازدهم: انفارکتوس میوکارد (Myocardial Infarction) ۹۳

موج T فوق حاد (Hyperacute T waves) ۹۴

بالا رفتن قطعه ST ۹۵

موج Q پاتولوژیک جدید ۹۶

کاهش تغییرات ST و معکوس شدن موج T ۹۷

تعیین محل انفارکتوس بر مبنای تغییرات ECG ۹۸

انفارکتوس بطن راست ۹۸

انفارکتوس خلفی میوکارد ۱۰۰

انفارکتوس تحتانی..... ۱۰۲
انفارکتوس قدامی ۱۰۳
انفارکتوس آنتروسپتال یا انترواپیکال..... ۱۰۵
انفارکتوس قدامی طرفی (Antrolateral) ۱۰۵

فصل دوازدهم: تغییرات الکتروکاردیوگرام در اختلالات الکترولیتی..... ۱۰۷
کلسیم..... ۱۰۷
نکات بیهوشی در اختلالات یون کلسیم..... ۱۰۷
پتاسیم..... ۱۰۸
نکات بیهوشی در هیپرکالمی..... ۱۰۹
هیپوکالمی..... ۱۰۹
نکات بیهوشی در هیپوکالمی ۱۱۰
منیزیم..... ۱۱۱

فصل سیزدهم: تغییرات الکتروکاردیوگرام در برخی وضعیت‌های فیزیولوژیک ۱۱۳
تغییرات الکتروکاردیوگرام در اطفال ۱۱۳
تغییرات الکتروکاردیوگرام در سالمندان ۱۱۴
تغییرات الکتروکاردیوگرام در دوران بارداری ۱۱۴
تغییرات الکتروکاردیوگرام در ورزشکاران..... ۱۱۴
معیارهای مثبت بیماری در الکتروکاردیوگرام ۱۲ لید ورزشکاران به نفع بیماری ۱۱۵

نمایه..... ۱۱۷
منابع..... ۱۲۰

مقدمه

الکتروکاردیوگـرام از ابزارهـای شـناخته شـده پزشـکی و جـزو پایشـگرهای اساسـی و پایـه و اسـتاندارد در حیـن بیهوشـی، بخـش مراقبت‌هـای ویـژه و سی‌سـی‌یو می‌باشـد.

آگاهـی از تغییـرات الکتروکاردیوگـرام در تشـخیص و درمـان بیماری‌هـای قلبـی کمـک کننـده و اساسـی اسـت لیکـن داروهـای بیهوشـی و انـواع روش‌هـا و شـرایط گوناگـون عمـل جراحـی گاه تغییراتـی در الکتروکاردیوگـرام ایجـاد می‌کننـد کـه آگاهـی از آنهـا در شـرایط خـاص بیهوشـی حائـز اهمیـت ویـژه اسـت.

از سـوی دیگـر اعمـال جراحـی خـاص در وضعیت‌هـای غیـر معمـول و داروهـا ممکـن اسـت بـر روی ریتم‌هـای قلبـی و اشـکال الکتروکاردیوگـرام و اجـزاء آن تأثیرگـذار باشـد.

لـذا دانسـتن ایـن مـوارد می‌توانـد بـه اداره بهتـر بیهوشـی و عـوارض کمتـر آن کمـک کننـده باشـد.

کتـاب حاضـر شـامل دو بخـش عمـده می‌باشـد. در هـر فصـل موضوعـات عمومـی در مـورد الکتروکاردیوگـرام مـورد بحـث قـرار گرفـت و در پـی آن نـکات و مـوارد مرتبـط بـا بیهوشـی و مراقبت‌هـای ویـژه بیـان می‌شـود.

از آنجایـی کـه مطالـب کتـاب از کتـب مرجـع بیهوشـی و مراقبت‌هـای ویـژه برداشـت شـده اسـت لـذا مطالعـه ایـن کتـاب بـه دسـتیاران بیهوشـی، پرسـتاران هوشـبری و متخصصان ایـن رشـته ایـن فرصـت را می‌دهـد تـا عـلاوه بـر یـادآوری اصـول الکتروکاردیوگـرام، بخش‌هایـی از کتـب مرجـع خـود کـه بـا الکتروکاردیوگـرام مرتبـط اسـت را بازنگـری نماینـد.

گـروه مؤلفـان آرزومندنـد تـا بـا مطالعـه آن دیـدگاه جدیـدی بـه الکتروکاردیوگـرام و اهمیـت آن در آنسـتزی نـزد خواننـده ایجـاد شـده و در ادای دیـن بـه علـم بیهوشـی و مراقبت‌هـای ویـژه موفـق بـوده باشـند.

دکتر علی محمد زاده جوریابی

رشت پاییز ۱۳۹۱

فصل اول

مبانی آناتومیک و فیزیولوژی در الکتروکاردیوگرافی

عملکرد قلب از مهمترین معیارهای عملکرد طبیعی بدن می‌باشـــد، بدین خاطر بررسی عملکرد الکتریکی قلب یک ابزار تشخیصی بسیار مهم در پزشکی است.

الکتروکاردیوگرام بخش مهمی از ارزیابی سیستم قلب و عروق و از اصول تشخیصی آریتمی‌های قلبی است.

در ســـال ۱۸۴۲ یک فیزیکدان ایتالیایی بنام Carlo Matteucci نشان داد که هر انقباض قلب در پی یک جریان الکتریکی اتفاق می‌افتد.

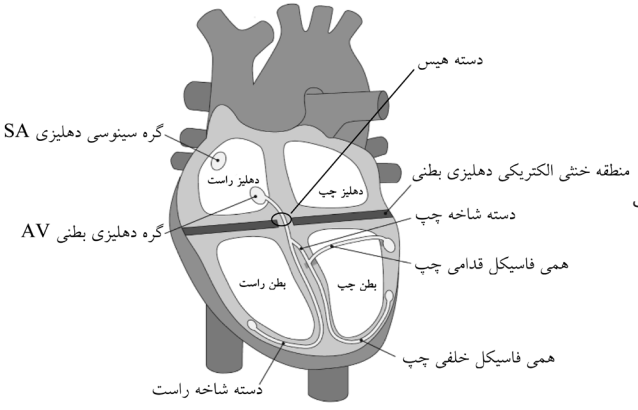
برای اولین بار یک فیزیولوژیست بریتانیایی بنام Agustus D. Waller موفق شد اولین الکتروکاردیوگرام را در انسان ثبت نماید.

الکتروکاردیوگرام یک ثبت گرافیکی بوده که پتانســـیل الکتریکی ایجاد شده توسط بافت قلب را به تصویر می‌کشد و بیانگر تغییرات الکتریکی نواحی مختلف قلب می‌باشد.

انقباض و اتســـاع قلب ناشی از دپولاریزاسیون و رپولاریزاسیون سلول‌های میوکارد است.

از آنجا که قلب در بین عضلات بدن منحصر به‌فرد بوده وایمپالس الکتریکیِ سازندهٔ انقباضِ قلب با ایجاد یک جریان الکتریکی خفیف در بدن منتشـــر می‌شود، می‌توان با قرار دادن الکترود در نقاط مختلف سطح بدن و به کمک دستگاه الکتروکاردیوگرام این ایمپالس‌های الکتریکی را به ثبت رساند.

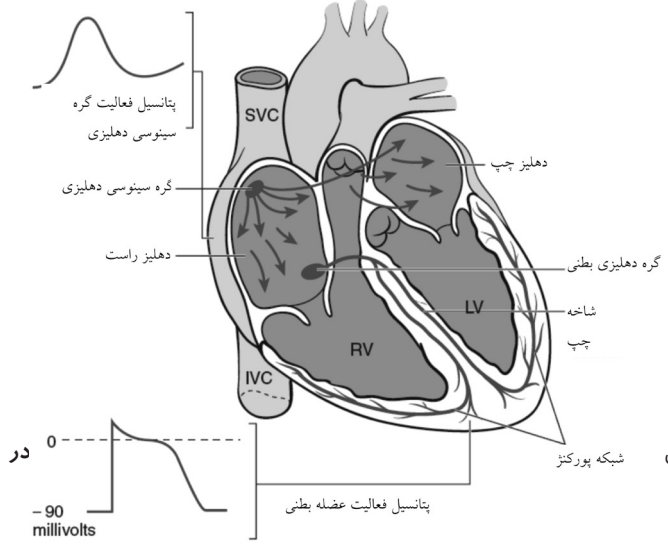
اجزای سیستم هدایتی قلب عبارت‌اند از: گره سینوسی دهلیزی، گره دهلیزی بطنی، دسته هیس، شاخه‌های چپ و راست و رشته‌های پورکنژ.



شکل ۱. سیستم هدایت الکتریکی قلب

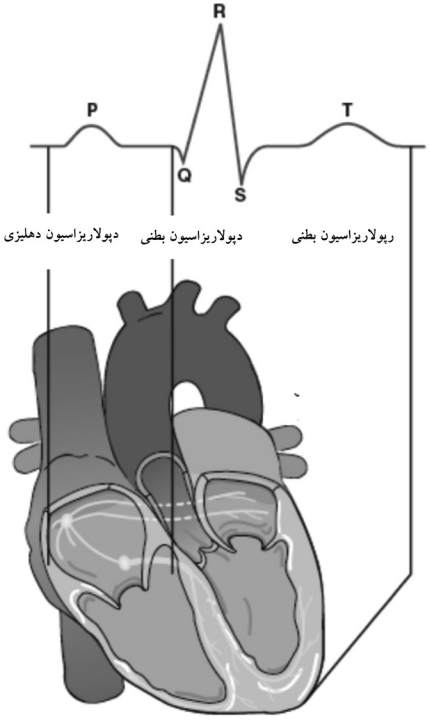
هر سیکل قلبی از یکسری وقایع الکتریکی تشکیل شده است که سیستول دهلیزها، سیستول بطن‌ها و مرحله استراحت بین ضربان را شامل شده و ECG در واقع نمایشگر این مراحل است.

در قلب طبیعی ایمپالس الکتریکی از گره سینوسی دهلیزی (S. A) منشاء گرفته و به‌وسیله دهلیزها هدایت می‌گردد.



شکل ۲. مسیر عبور پتانسیل عمل قلب

گره سینوسی دهلیزی در قلب منحصر به‌فرد بوده و پتانسیل استراحت ثابت ندارد.
به‌دنبال رپولاریزاسیون در فاز ۴ سیکل قلبی، در گره سینوسی دهلیزی دپولاریزاسیون خودبه‌خودی و آهسته اتفاق می‌افتد و باعث اتوماتیسم رشته‌های گره سینوسی دهلیزی می‌شود.
میزان تحریک گره سینوسی دهلیزی ۱۰۰– ۵۰ ضربان در دقیقه بوده و تحت تأثیر عوامل اتونوم، شیمیایی و هورمونی است.
در ECG، دپلاریزاسیون گره سینوسی دهلیزی به‌علت ضعیف بودن قابل ثبت نیست.



شکل۳. ارتباط سیستم هدایتی قلب و امواج ECG

عملکرد مکانیکی قلب شامل انقباض دهلیزها و بطن‌ها است.
سیکل مکانیکی قلب با برگشت خون به دهلیزها آغاز می‌شود. وقتی فشار دهلیزها از فشار داخل بطنی بیشتر شود، دریچه‌های دهلیزی بطنی باز می‌شوند (ورود غیر فعال عامل ۷۵٪ پرشدگی بطن‌ها است و ۲۵٪ بقیه خون با انقباض فعال دهلیزها وارد بطن می‌شوند).
شروع انقباض دهلیزی هم‌زمان با دپلاریزاسیون گره سینوسی دهلیزی و تشکیل موج P است.

پس از پر شـــدن بطن‌ها، دریچه‌های دهلیزی بطنی به‌طرف بالا رفته و بســـته می‌شوند. این مراحل در الکتروکاردیوگرام هم‌زمان با موج R اتفاق می‌افتد.

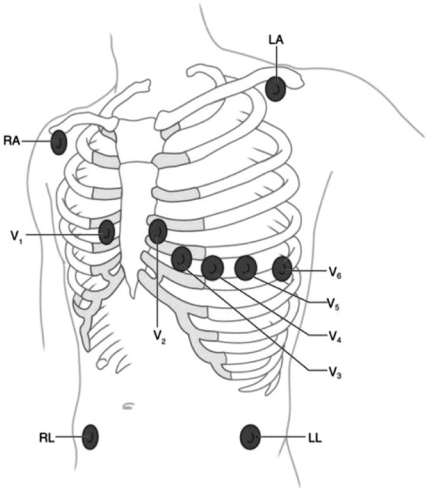
قسمت اول سیستول بطن را انقباض ایزوولومیک یا ایزومتریک می‌نامند.

قســـمت دوم سیســـتول بطنی که با هدایت امواج الکتریکی به باندهای راســـت و چپ ایجاد می‌شود، سبب انقباض بطنی و افزایش فشار داخل بطنی شده و زمانی که فشار داخل بطن بیشتر از فشار شریان پولمونر و آئورت باشد، دریچه‌های خروجی بطن‌ها باز شده و تخلیه بطنی رخ می‌دهد.

فصل دوم

نکات پایه در الکتروکاردیوگرام

الکتروکاردیوگرام شامل دوازده لید استاندارد است:



شکل ۴. محل قرار گرفتن الکترودها روی سینه

۶ لید اندامی:
۳ لید استاندارد ۲ قطبی شامل:
لیدهای III, II, I
۳ لید استاندارد یک قطبی:
AVF, AVL, AVR
۶ لید سینه‌ای:
V۶, V۵, V۴, V۳, V۲, V۱

* لید I نمایانگر فعالیت الکتریکی بین بازوی راست و چپ (مثبت) است.
* لید II فعالیت الکتریکی بین بازوی راست و پای چپ (مثبت) را نشان می‌دهد.

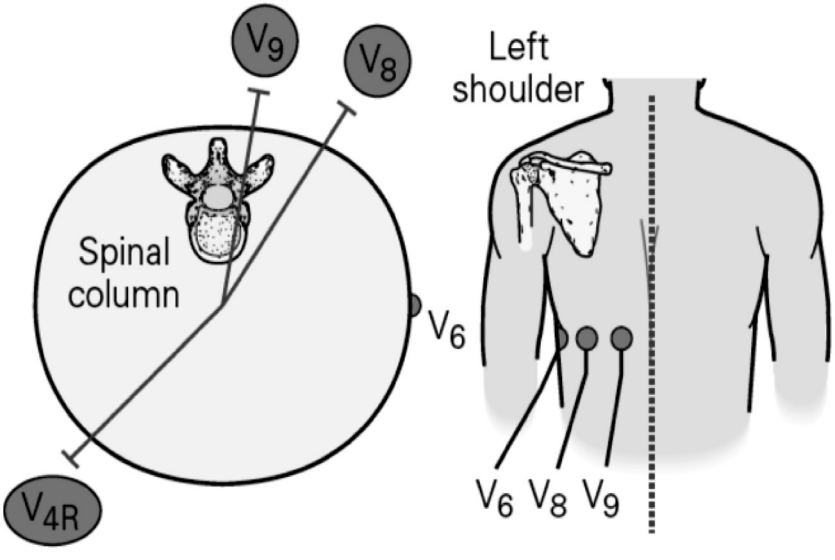
* لید III نشانگر فعالیت الکتریکی بین بازوی چپ و پای چپ (مثبت) می‌باشد.

در لیدهای تقویت شده avL, avR و avF هنگامی‌که جهت جریان به‌طرف بازوی راست برای AVR، بازوی چپ برای AvL و پای چپ برای avF باشد، موج QRS مثبت یا دارای انحراف غالب به بالا خواهد شد.

نحوه قرارگیری لیدهای سینه‌ای

۶ الکترود مثبت به‌ترتیب زیر، روی سینه قرار می‌گیرند:

V۱, V۲ دو طرف استرنوم در فضای بین دنده‌ای چهارم
V۴ خط میان کلاویکل فضای بین دنده‌ای پنجم
V۳ مابین V۲ و V۴
V۵ و V۶ در یک سطح در امتداد V۴ در خطوط اگزیلاری قدامی و میداگزیلاری قرار می‌گیرند.
علاوه بر اشتقاق‌های بالا، لیدهای ۹ –V۷ با قرار دادن الکترود V۷روی خط اگزیلاری خلفی، V۸ بر روی خط اسکاپولار خلفی و V۹ بر روی کناره چپ ستون مهره‌ها به‌دست می‌آیند.

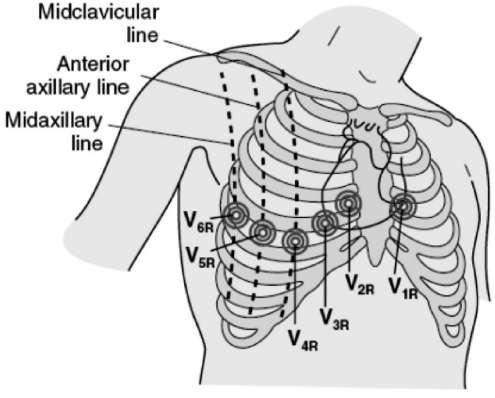


شکل ۵. محل قرار گرفتن الکترود های V۸ -V۹ -V۴R بر روی قفسه سینه

منطبق بر محل لیدهای V۹ –V۳ با گذاشتن الکترود در سمت راست قفسه سینه اشتقاق‌های V۳R– ۹R به‌دست می‌آید، بدین ترتیب لید V۲R همان لید V۱ می‌باشد. (شکل۶)

به‌طور معمول دوازده لیدی که ابتدا شرح داده شد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سایر لیدها شامل لیدهای ازوفاژیال و لیدهای داخل قلبی هستند.



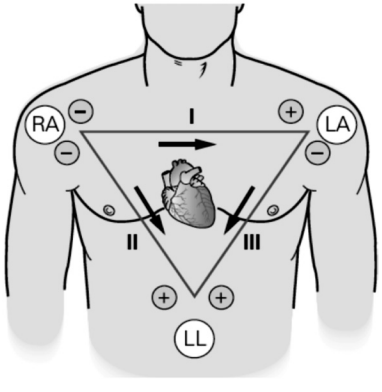
شکل ۶. محل قرارگیری الکترودهای V۱R- V۶R بر روی قفسه

لیدهای دو قطبی اندام:

برای به‌دســـت آوردن لیدهای دو قطبی اندام، الکترودها را به دست راست، چپ، و پای چپ وصل می‌کنیم.

در این لیدها یک الکترود مثبت و یک الکترود منفی وجود دارد.

الکترودهای مثبت به قلب نگاه می‌کنند، مثلاً در لید II، الکترود +، به پای چپ وصل اســـت یعنی الکترود + از پایین به قلب نگاه می‌کند (قســـمت تحتانی قلب را می‌بیند) لذا لید II از قسمت تحتانی قلب به ما خبر می‌دهد.

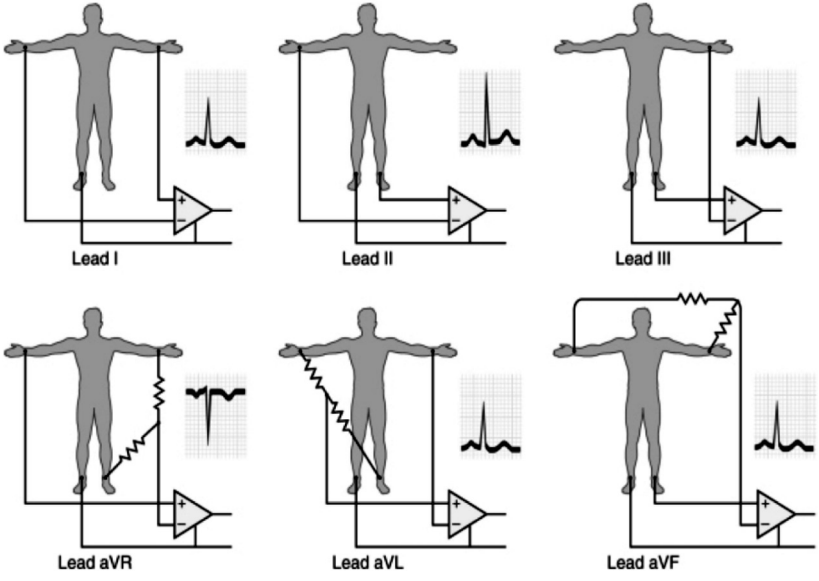


شکل ۷. مثلث اینتهون و لیدهای دو قطبی

همان‌گونه که در شـــکل ۶ ملاحظه می‌کنید لیدهـــای I, II, AVL به دیواره طرف چپ قلب نگاه می‌کنند.

لیدهای III, AVF دیواره تحتانی قلب را تحت‌نظر دارند.

لید AVR به سمت دهلیز راست نگاه می‌کند.

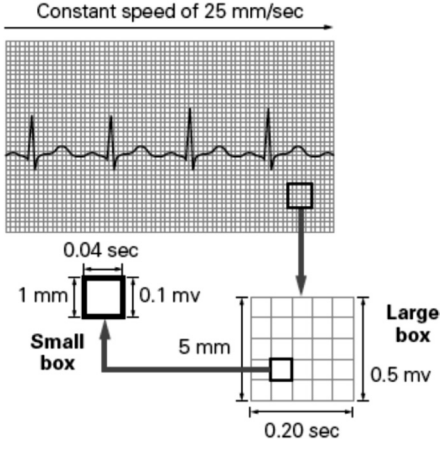


شکل ۸. موقعیت لیدهای دو قطبی نسبت به بدن

فصل سوم

مشخصات کاغذ الکتروکاردیوگرام

در درجه‌بندی افقی ECG چنانچه سرعت کاغذ ۲۵ میلی‌متر در ثانیه باشد، هر مربع کوچک معادل (۱mm)۰/۰۴ ثانیه و هر مربع بزرگ با (۵mm) ۰/۲ ثانیه برابر است. در درجه‌بندی عمودی هر ۱۰ مربع کوچک (۱۰mm) بیانگر ۱ میلی‌ولت است.

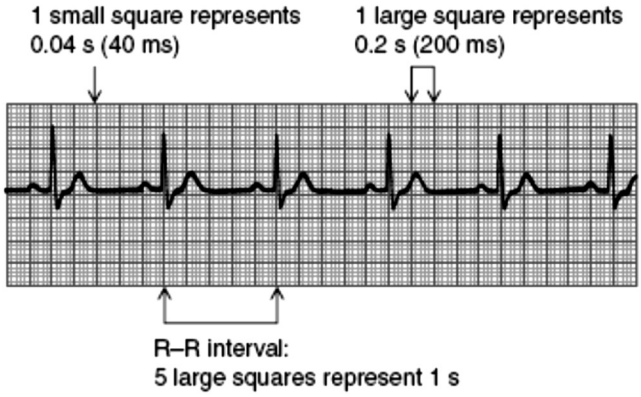


شکل ۹. کاغذ الکتروکاردیوگرام

با در نظر گرفتن مقادیر فوق تعداد ضربان قلب را می‌توان از تقسیم عدد۳۰۰ بر تعداد مربع‌های بزرگ واقع در فاصله RR تخمین زد.

جدول ۱. رابطه بین تعداد مربع‌های بزرگ که در فاصله RR قرار می‌گیرند و تعداد ضربان قلب.

تعداد ضربان قلب (ضربه/دقیقه)	فاصله R –R (مربع بزرگ)
۳۰۰	۱
۱۵۰	۲
۱۰۰	۳
۷۵	۴
۶۰	۵
۵۰	۶



شکل ۱۰. رابطه بین تعداد مربع‌های بزرگ که در فاصله RR قرار می‌گیرند و تعداد ضربان قلب

شکل ۱۱. ضربان در دقیقه ۶۰ = ۵ ÷ ۳۰۰

فصل چهارم

محور الکتریکی قلب

محور قلب جهت متوسط امواج دپولاریزاسیون بطنی نسبت به محور عمودی است. محاسبه این محور نسبت به یک نقطه مرجع صفر سنجیده می‌شود.

نقطه مرجع صفر از ســـمت محور لید I به قلب نگاه می‌کند. محورهای بالای این خط را عدد منفی در نظر گرفته و محورهای زیر این خط را عدد مثبت منظور می‌کنند.

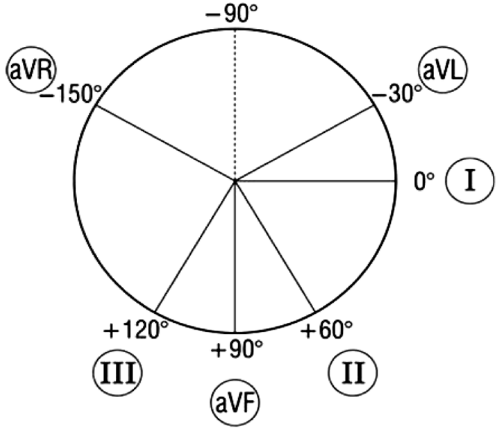
هرچند از نظر تئوری محور قلب بین ۱۸۰ و ۱۸۰– درجه قرار می‌گیرد، دامنه طبیعی محور قلب بین ۳۰– و ۱۱۰ درجه می‌باشد.

مقادیر منفی‌تر از ۳۰– انحراف محور به چپ تلقی می‌شود.

مقادیر بیش از ۱۱۰+ درجه، انحراف محور به راست تلقی می‌شود.

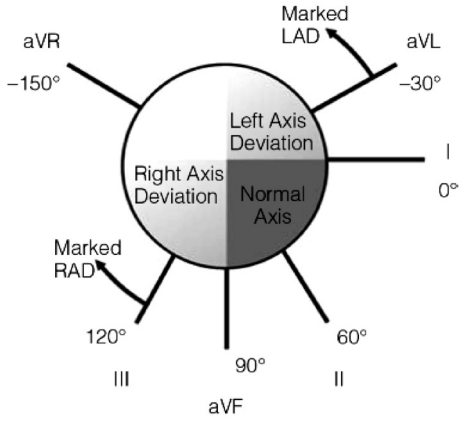
ساده‌ترین روش محاسبه محور ارزیابی سه لید I, II, III می‌باشد.

برای تعیین محور متوســـط فرونتال قلب از دایره Cabrera یا سیستم مرجع شش محوری (hexaxial system) استفاده می‌شود. (شکل ۸)



شکل ۱۲. دایره Cabrera

اگر کمپلکس در لیدهای I و avf مثبت باشـــد محور QRS در محدوده صفر تا ۹۰ درجه قرار دارد.

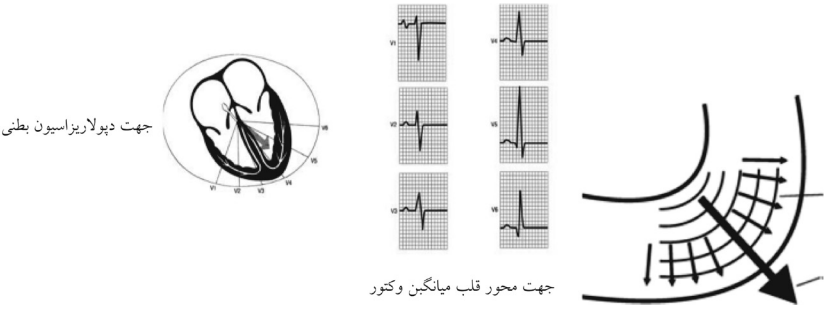


شکل ۱۳. محور طبیعی قلب

نکات مهم در مورد محور تحریکات الکتریکی قلب

از نظر بالینی محور متوسط QRS در لیدهای اندامی مفیدترین معیار برای تعیین جهتِ کلی فعالیت الکتریکی است.

- وکتور، بیانگر جهت انتشـــار تحریکات (دپولاریزاســـیون) الکتریکی داخل عضله قلب اســـت و کمپلکس QRS نشان‌دهنده تحریکات الکتریکی (انقباض) بطن‌ها می‌باشد.
- تحریک الکتریکی با سرعت زیاد از گره AV به بطن منتقل می‌شود، بدین ترتیب دپولاریزاسیون بطنی از اندوکارد آغاز شده و در یک زمان در تمام جهات از دیواره بطن‌ها می‌گذرد.
- دیواره بین بطنی از چپ به راست دپولاریزه می‌شود.
- دیواره بطن چپ ضخیم‌تر می‌باشد و در نتیجه وکتور بزرگتری را ایجاد می‌کند.
- جمع جبری تمام محورها در بطن‌ها یک محور بزرگ و اصلی QRS اســـت که مشخص کننده جهت کلی دپولاریزاسیون بطنی است.
- شروع محور بزرگ اصلی از گره AV است و کمی به‌طرف چپ تمایل دارد.
- وقتی که موج دپولاریزاسیون (تحریک الکتریکی) به‌طرف الکترود مثبت (الکترودپوستی) حرکت می‌کند باعث ایجاد خط بالا رونده روی ECG می‌شود.
- نزدیکترین لیدها به بطن راســـت و دیواره بین بطنی، لیدهای V۱ و V۲ و نزدیکترین لیدها به دیواره قدامی و قدامی خارجی بطن چپ لیدهای V۵ و V۶ می‌باشند.
- از V۱ تا V۶ به‌تدریج موج R بزرگتر و موج S کوچکتر می‌شود.



شکل۱۴. محور قلب و افزایش تدریجی موج R در لیدهای سینه‌ای

* علل انحراف محور قلب به چپ:

۱- به‌صورت یک واریاسیون طبیعی (فیزیولوژیک و اغلب مرتبط با سن)
۲- شیفت مکانیکال مانند بازدم، بالا آمدن دیافراگم (بارداری، آسیت، تومورشکمی)
۳- هیپرتروفی بطن چپ
۴- LBBB
۵- بلوک فاسیکولار قدامی چپ
۶- بیماری مادرزادی قلب مانند ASD
۷- آمفیزم
۸- هیپرکالمی
۹- ریتم‌های اکتوپیک بطنی
۱۰- سندرم‌های پیش تحریکی
۱۱- انفارکتوس تحتانی میوکارد

* علل انحراف محور قلب به راست:

۱. به‌صورت یک واریاسیون طبیعی (قلب عمودی با یک محور ۹۰ درجه)
۲. شیفت‌های مکانیکی مانند دم عمیق و آمفیزم
۳. هیپرتروفی بطن راست
4. RBBB
۵. بلوک فاسیکولار خلفی چپ
۶. دکستروکاردی

۷. ریتم‌های اکتوپیک بطنی
۸. سندرم‌های پیش تحریکی
۹. انفارکتوس دیواره خارجی میوکارد
۱۰. افزایش بار بطن راست، به‌عنوان مثال آمبولی ریه یا کورپولمونل در COPD.