فهرست

Chapter 1: The Basics 7

Chapter 2: Hypertrophy and Enlargement of the Heart 17

Chapter 3: Arrhythmias 25

Chapter 4: Conduction Blocks 49

Chapter 5: Wolf Parkinson White 57

Chapter 6: Myocardial Ischemia and Infarction 59

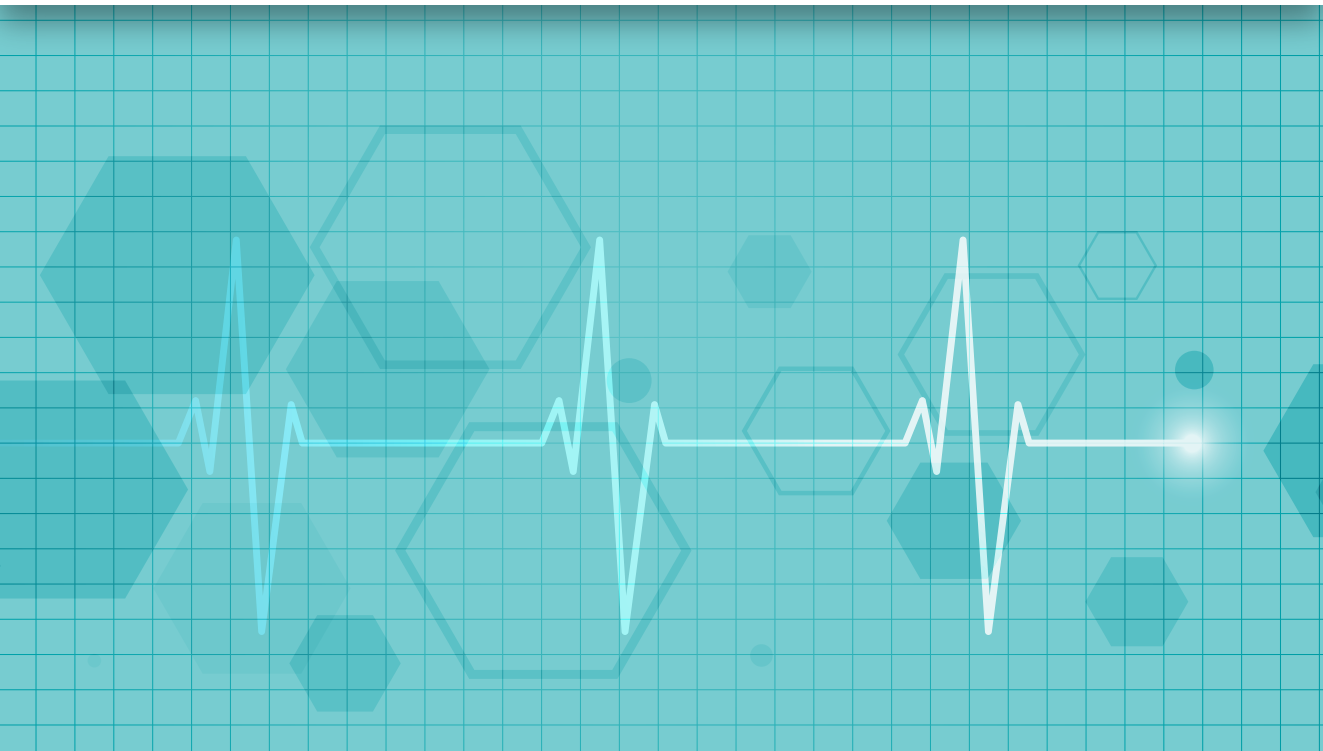
Chapter 7: Finishing Touches 73

Chapter 8: The 10-Step Method for Reading EKGs 81

Chapter 9: Challenge yourself 87

Chapter 1

The Basics

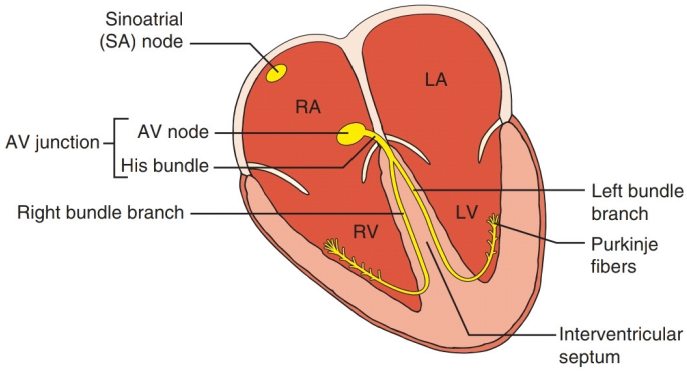


Graphing The EKG

فعالیت الکتریکی قلب بر روی یک کاغذ مخصوص ثبت می‌شود. این کاغذ از تعداد زیادی مربع کوچک و بزرگ تشکیل شده است. هر مربع بزرگ دارای طول و عرضی به اندازهٔ ۵ مربع کوچک می‌باشد. اندازه ضلع هر مربع کوچک در محور افقی ۱mm و معادل ۰/۰۴ ثانیه می‌باشد. هر ضلع مربع کوچک در محور عمودی نیز معادل ۰/۱ میلی‌ولت است.

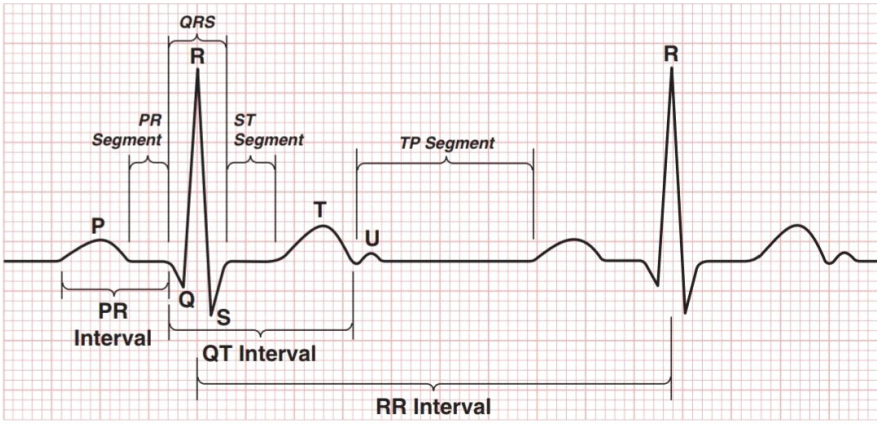
Conducting System

سیستم هدایتی قلب از دو گره سینوسی دهلیزی (Sinoatrial Node) و گره دهلیزی بطنی (Atrioventricular Node) به‌همراه باندل هیس (Bundle of His) و انشعابات آن تشکیل شده است. به مجموع گره AV و باندل هیس Atrioventricular Junction می‌گویند. باندل هیس در سپتوم بین بطنی به دو شاخه Right Bundle Branch و Left Bundle Branch تقسیم می‌شود. Left Bundle Branch نیز پس از طی مسیر در سپتوم بین بطنی به دو شاخه Anterior and Posterior Fascicles تقسیم می‌شود.



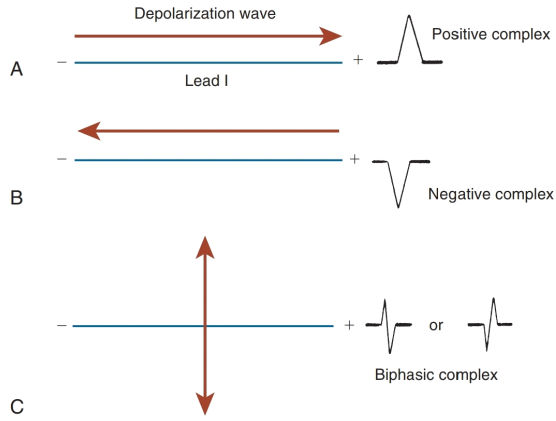
Cardiac Waves

هر سیکل قلبی شامل امواج P (دپولاریزاسیون دهلیزی)، QRS (دپولاریزاسیون بطنی) و موج T (ریپولاریزاسیون بطنی) می‌باشد. در برخی شرایط نیز ممکن است یک موج کم دامنه پس از موج T به نام موج U نیز ثبت شود.



فاصلهٔ بین موج T یک سیکل قلبی تا موج P سیکل بعدی (خط TP) به‌عنوان خط ایزوالکتریک و Base Line در نظر گرفته می‌شود. هر موجی که در بالای Base Line قرار گیرد را یک موج مثبت و یا یک Positive Deflection و هر موج قرار گرفته در زیر خط ایزوالکتریک را یک موج منفی و یا Negative Deflection می‌نامند. موجی که دارای هر دو بخش مثبت و منفی باشد را یک موج Biphasic می‌نامند.

هر لید قلبی یک نما از فعالیت الکتریکی قلب را مابین دو قطب مثبت و منفی ثبت می‌کند. اگر ایمپالس الکتریکی قلب به‌سمت قطب مثبت یک لید حرکت کند، آن لید ایمپالس مورد نظر را به‌صورت یک موج مثبت ثبت می‌کند و اگر ایمپالیس مورد نظر به قطب منفی یک لید نزدیک شود، به‌صورت یک موج منفی ثبت می‌شود. موجی که از هر دو قطب مثبت و منفی دور شود، به‌صورت یک موج Biphasic ثبت می‌شود.



P Wave

موج P مربوط به دپولاریزاسیون سلول‌های دهلیزی می‌باشد و هنگامی تشکیل می‌شود که موج دپولاریزاسیون در سلول‌های دهلیزی منتشر شود. به‌طور معمول انتظار داریم گره SA ضربان‌سازی قلب را انجام دهد. هنگامی که امواج از گره SA منشأ می‌گیرند، در سراسر سلول‌های دهلیزی (ابتدا دهلیز راست و سپس دهلیز چپ) منتشر می‌شوند و پس از آن به گره AV می‌رسند و توسط سیستم هدایتی قلب در دیواره بطن‌ها منتشر می‌شوند. دو نوع موج P وجود دارد:

Normal Sinus P Wave

این موج از گره SA مبدأ می‌گیرد و دارای شکلی هموار و گرد می‌باشد. Sinus P Wave در لید II مثبت (Upright) و در لید aVR منفی (Downward) است.

Ectopic P Wave

این موج از نقطه‌ای در دهلیزها به‌جز گره SA مبدأ می‌گیرد. این نقطه می‌تواند گره AV، باندل هیس و یا میوکارد دهلیزی باشد. درصورتی‌که نقطه ضربان‌ساز مربوطه که موج P از آن مبدأ گرفته است در نقطه‌ای دور از گره SA باشد، شکل موج P حاصل متفاوت از شکل Sinus P Wave می‌باشد. برای مثال موج P مبدأ گرفته از Atrioventricular Junction در لید II منفی می‌باشد.

نکته مهم

درصورتی‌که کانون ضربان‌ساز قلب در میوکارد بطن‌ها قرار داشته باشد، امواج دپولاریزاسیون به‌دلیل وجود بافت همبند عایق بین دهلیزها و بطن‌ها نمی‌توانند خود را به دهلیزها برسانند و بنابراین سلول‌های دهلیزی دپولاریزه نمی‌شوند و موج P تشکیل نخواهد شد.

QRS

موج QRS مربوط به انتشار موج دپولاریزاسیون در بطن‌ها می‌باشد. بخش ابتدایی این موج یعنی موج Q مربوط به دپولاریزاسیون سپتوم بین بطنی است. کمپلکس QRS همیشه از سه موج R، Q و S تشکیل نشده است. گاهی فقط موج Q و R حضور دارند یا فقط موج R و S. برای نام‌گذاری قسمت‌های مختلف کمپلکسQRS باید به نکات زیر توجه کنید:

- موج Q اولین موج منفی در کمپلکس QRS است، به شرطی که پس از آن یک موج مثبت (R) بیاید.
- موج R اولین موج مثبت در کمپلکس QRS می‌باشد.
- موج S یک موج منفی است که پس از موج R تشکیل می‌شود.

گاهی ممکن است کمپلکس QRS تنها از یک موج منفی تشکیل شده باشد؛ که به آن QS Complex می‌گویند. گاهی ممکن است علاوه بر امواج نام برده با موج دیگری نیز مواجه شویم:

- R': دومین موج مثبت در کمپلکس QRS که پس از موج S می‌آید.

در شرایطی نیز ممکن است امواج R یا S را به‌صورت دندانه‌دار (Notched Wave) مشاهده کنیم که در فصل چهارم این کتاب مورد بحث قرار گرفته‌اند.

T Wave

موج T هنگامی تشکیل می‌شود که موج ریپولاریزاسیون در بطن‌ها منتشر شود. موج T همواره به‌دنبال موج QRS تشکیل می‌شود. ولتاژ نرمال موج T به قرار زیر می‌باشد:

- در لیدهای اندامی < ۶ میلی‌ولت
- در لیدهای سینه‌ای ≥ ۱۰ میلی‌ولت

U Wave

یک موج کم دامنه که گاهی به‌دنبال موج T ظاهر می‌شود.

نکته

برای اینکه به یک انحراف الکتریکی، اصطلاح موج اطلاق شود، باید این انحراف از خط Base Line گذر کند، در غیر این صورت اگر یک موج جهت حرکت خود را تغییر دهد اما از Base Line عبور نکند، موج حاصل را Notched Wave می‌نامند.

QRS Complex

مدت زمان: ۰/۰۶ تا ۰/۱۰ ثانیه معادل ۱/۵ تا ۲/۵ مربع کوچک

ولتاژ: درصورتی‌که مجموع ارتفاع موج R و عمق موج S در لیدهای اندامی کمتر از ۵mm و در لیدهای سینه‌ای کمتر از ۱۰mm باشد، ولتاژ کمپلکس QRS کمتر از حد نرمال (Low Voltage) است.

نکته

درصورتی‌که کانون ضربان‌ساز قلب در میوکارد بطنی قرار داشته باشد، انتقال ایمپالس‌ها به‌صورت سلول‌به‌سلول و از طریق اتصالات بین سلول‌های بطنی (Gap Junctions) صورت می‌گیرد و مدت زمان موج QRS بیش از حد نرمال خواهد شد که به این حالت Wide QRS Complex می‌گویند.

T Wave

ولتاژ نرمال موج T در لیدهای اندامی < ۶ میلی‌ولت

ولتاژ نرمال موج T در لیدهای سینه‌ای ≥ ۱۰ میلی‌ولت

نکته

موج T معمولاً یک موج مثبت (Upright) می‌باشد. اما در کودکان و افراد جوان و سالم موج T معکوس در لیدهای V_1 - V_3 می‌تواند یک یافته طبیعی باشد.

PR Interval

مدت زمان: بین ۰/۱۲ تا ۰/۲۰ ثانیه معادل ۳ تا ۵ مربع کوچک

QT Interval

QT Interval در حالت نرمال کمتر از نصف فاصله RR Interval می‌باشد.

QTc

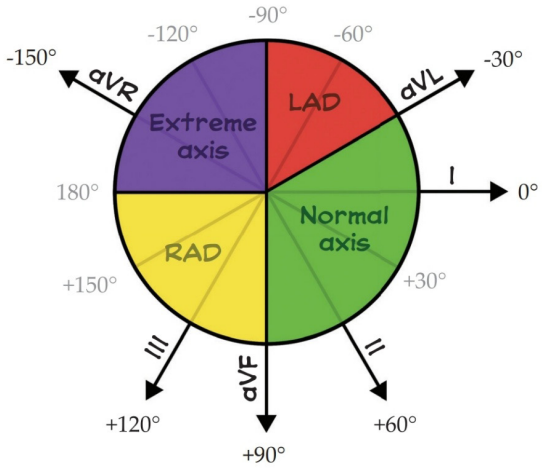
در ریتم سینوسی نرمال QT Interval کمتر از نصف فاصله RR Interval می‌باشد. اما به‌علت تغییر QT Interval متناسب با ریت قلب از یک کمیت اصلاح شده به نام Corrected QT Interval یا به اختصار QTc استفاده می‌شود که نرمال یا غیرنرمال بودن اندازه QT Interval را مشخص می‌کند. QTc را از طریق فرمول Bazett به‌دست می‌آوریم. مطابق با این فرمول QTc برابر است با فاصله QT Interval (برحسب ثانیه) تقسیم بر جذر RR Interval (برحسب ثانیه).

سه تغییری که در هنگام هایپرتروفی یا بزرگ شدن حفرات قلب اتفاق می‌افتد:

- بیشتر شدن مدت زمان دپولاریزاسیون که سبب افزایش طول مدت موج (Duration) می‌شود.
- در این هنگام حفره قلب می‌تواند ولتاژ بیشتری تولید کند که سبب افزایش دامنه موج (Amplitude) می‌شود.
- محور قلب نیز در این هنگام می‌تواند تغییر کند.

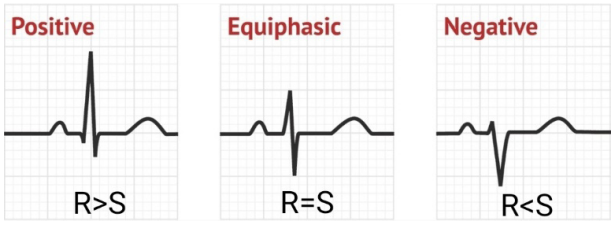
Heart Axis

محور EKG در واقع جهت اصلی جریان الکتریکی کلی قلب می‌باشد که توسط یک پیکان به نام وکتور نمایش داده می‌شود. محور طبیعی قلب از ۳۰- تا ۹۰+ می‌باشد. گاهی به‌دلایل مختلف جهت محور قلب تغییر می‌کند که به آن Axis Deviation می‌گویند. برای تشخیص محور قلب، از مثبت و یا منفی بودن برآیند کمپلکس QRS در لیدهای II، I و aVF استفاده می‌کنیم.



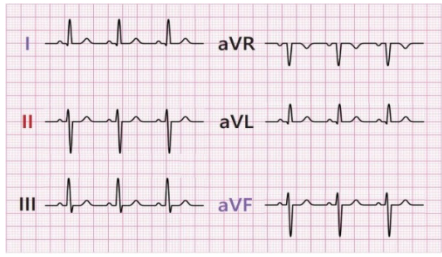
پیش از بررسی محور قلب باید با حالت‌های مختلف موج QRS آشنا شویم:

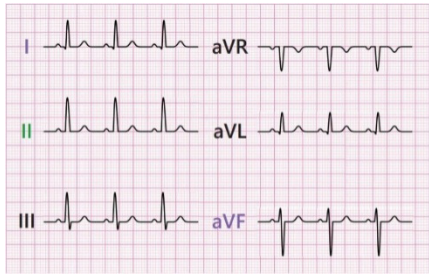
- اگر موج R بزرگ‌تر از موج S بود: محور QRS مثبت است.
- اگر موج R هم اندازه موج S بود: محور QRS صفر درجه است.
- اگر موج R کوچک‌تر از موج S بود: محور QRS منفی است.



برای تشخیص محور قلب از جدول زیر استفاده کنید:

HEART AXIS		
Lead I	Lead aVF	Axis
+	+	Normal
+	-	Left Axis Deviation ؛ if lead II negative
-	+	Right Axis Deviation
-	-	Extreme Axis Deviation



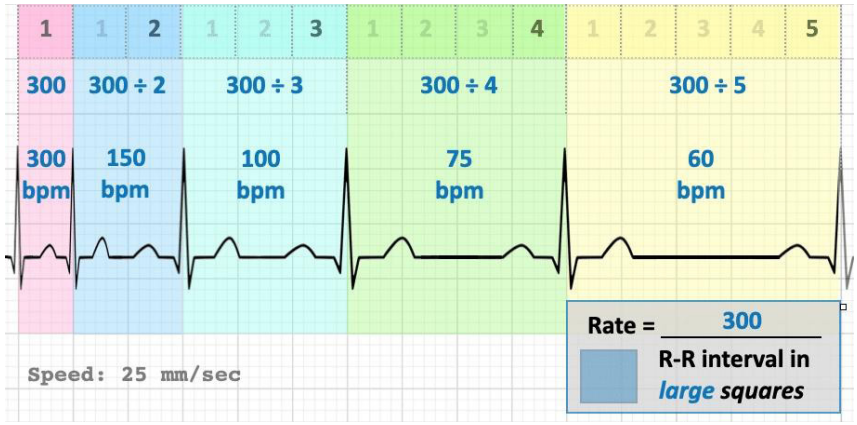


برای مثال در نوار قلب اول، موج QRS در لید I مثبت و در لیدهای aVF و II منفی می‌باشد. بنابراین LAD، تشخیص داده می‌شود. در نوار قلب دوم موج QRS در لید I مثبت و در لید aVF منفی است. اما نمی‌توان تشخیص LAD را برای این نوار قلب گذاشت؛ زیرا موج QRS در لید II مثبت می‌باشد و بنابراین محور قلب، نرمال است.

EKG PLUS

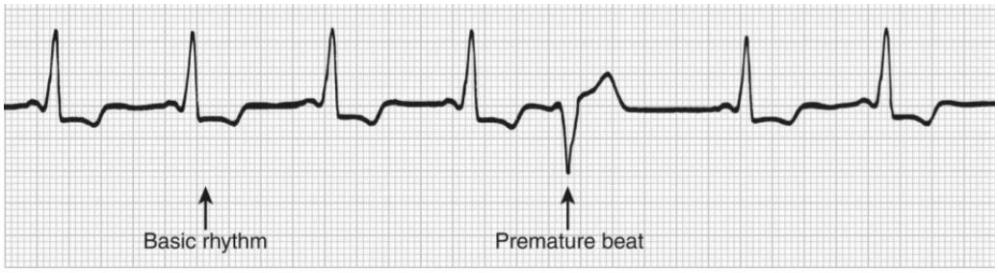
پیش از شروع بحث لازم به ذکر است که دانستن نکات این بخش لزومی ندارد و صرفاً تشخیص Right and Left Axis Deviation و یا نرمال بودن محور قلب کفایت می‌کند. برای مشخص نمودن دقیق محور قلب باید کمپلکس QRS را در ۶ لید اندامی بررسی کنیم.

برای تشخیص محور قلب از دایره مختصات استفاده می‌کنیم. در این دایره ۶ قطر وجود دارد که هرکدام دایره مورد نظر را به دو نیم دایره تقسیم می‌کنند. برای بررسی هر لید از قطر مربوط به همان لید استفاده می‌کنیم.



Calculation of heart rate in the presence of PVC and PAC

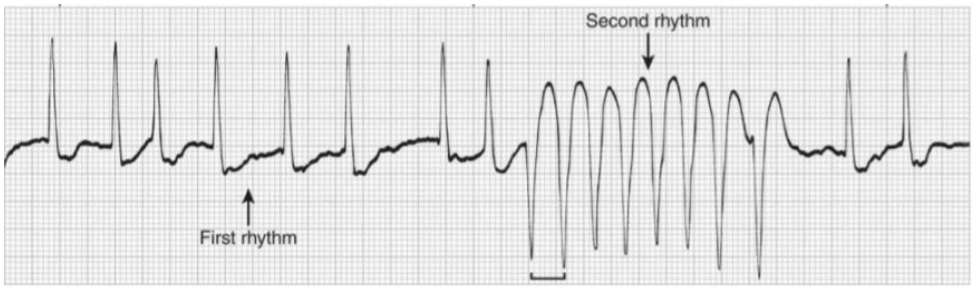
اگر در یک ریتم قلبی ضربان یا ضربان‌هایی نابه‌جا (Premature beats) وجود داشت، چگونه باید ریت قلب را محاسبه کرد؟



اگر در ریتم مورد نظر تنها یک ضربان نابه‌جا وجود داشت، آن ضربان را در محاسبه ریت قلبی نادیده می‌گیریم زیرا مبدأ این ضربان با مبدأ ریتم اصلی قلب متفاوت است.

در مثال فوق ریتم قلب Regular است و دارای یک ضربان نابه‌جا می‌باشد. در این مثال بدون در نظر گرفتن ضربان نابه‌جا ریت قلب را محاسبه می‌کنیم. بین دو موج R متوالی تقریباً ۴/۴ مربع بزرگ وجود دارد؛ ۳۰۰ تقسیم بر ۴/۴ برابر با ۶۸ خواهد بود.

اما اگر چندین ضربان نابه‌جای متوالی (حداقل سه ضربان) در نوار قلب مشاهده شد، ما با یک ریتم جدید مواجه هستیم و باید برای هرکدام از ریتم‌ها، ریت قلبی را جداگانه محاسبه کنیم.



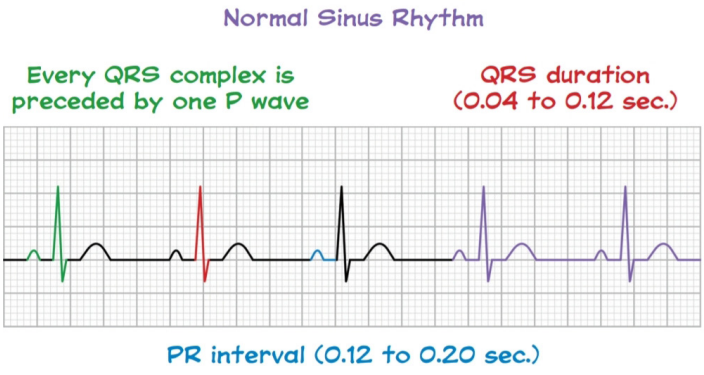
در EKG قبل دو ریتم متفاوت مشاهده می‌کنیم. ریتم اول یک ریتم Irregular می‌باشد که در مدت ۳/۸ ثانیه (۱۹ مربع بزرگ) ۸ ضربان تولید کرده است. بنابراین در ۶۰ ثانیه حدوداً ۱۲۰ ضربان تولید می‌کند، پس ریت قلبی برای ریتم اول حدوداً ۱۲۰ می‌باشد.

اما ریتم دوم یک ریتم Regular با ریت حدوداً ۳۰۰ بار در دقیقه می‌باشد.

Normal Sinus Rhythm

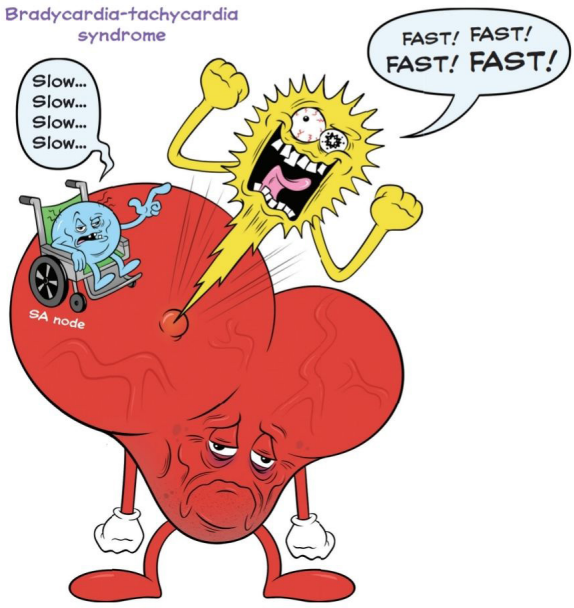
گره سینوسی دهلیزی، کانون ضربان‌ساز طبیعی قلب می‌باشد و به‌طور نرمال ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه تولید می‌کند. ایمپالس‌های قلبی در ریتم سینوسی از گره SA منشأ می‌گیرند و مسیر نرمال هدایت قلبی را طی می‌کنند. ویژگی‌های ریتم سینوسی نرمال به قرار زیر می‌باشد:

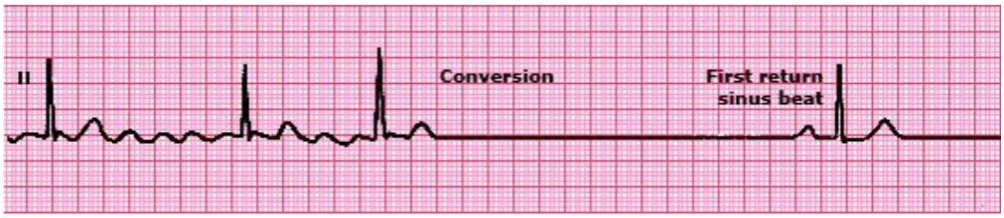
۱. Regulatory: ریتم سینوسی یک ریتم Regular می‌باشد.
۲. Rate Heart: بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه.
۳. Examine P Wave: موج P در ریتم سینوسی، نرمال می‌باشد به این معنی که از نظر مورفولوژی یک موج گرد و بدون ناهمواری می‌باشد. همچنین موج P باید در ریتم سینوسی در لید II مثبت و در لید aVR منفی باشد.
۴. Measure PR Interval: نرمال و بین ۰/۱۲ تا ۰/۲ ثانیه می‌باشد. همچنین به‌ازای هر موج QRS یک موج P وجود دارد.
۵. Measure QRS Complex: نرمال می‌باشد و طول مدتی کمتر از ۰/۱ ثانیه دارد.



Nonsinus Pacemakers

همان‌طور که گره SA توانایی ضربان‌سازی دارد، کانون‌های ضربان‌ساز دیگری نیز وجود دارند. ضربان‌سازهای دهلیزی معمولاً با ریت ۶۰ تا ۷۵ بار دیس شارژ می‌شوند. سلول‌های ضربان‌سازی که نزدیک گره AV قرار دارند را Junctional Pacemakers می‌نامند. این سلول‌ها با سرعت ۴۰ تا ۶۰ بار در دقیقه دیس شارژ می‌شوند. سلول‌های ضربان‌ساز بطنی در هر دقیقه ۳۰ تا ۴۵ بار تخلیه الکتریکی می‌شوند.





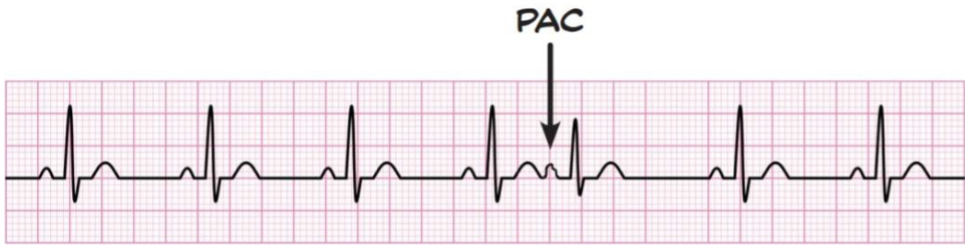
Atrial and Junctional Premature Beats

PAC یک ضربان نابه‌جای مبدأ گرفته از یک کانون ضربان‌ساز دهلیزی است که زودتر از کمپلکس سینوسی پیش‌بینی شده خود را نشان می‌دهد.

Premature Atrial Contraction (PAC) را می‌توان با استفاده از دو نکته از ریتم سینوسی افتراق داد؛ اول، شکل موج P (Counter) در یک لید که در PAC متفاوت با سایر امواج P می‌باشد و دوم زمان بروز PAC.

Counter: اگر کانون ضربان‌ساز دهلیزی از گره SA فاصله داشته باشد، محور موج P حاصل متفاوت با محور ریتم سینوسی می‌شود و نمای موج P حاصل از سایر امواج متفاوت خواهد شد. گاهی ممکن است موج P مربوط به PAC در موج T ضربان ماقبل خود مدفون شود که این امر سبب تفاوت مورفولوژی موج T حاصل از سایر امواج T خواهد شد.

Timing: کمپلکس PAC زودتر از کمپلکس سینوسی پیش‌بینی شده، خود را نشان می‌دهد.

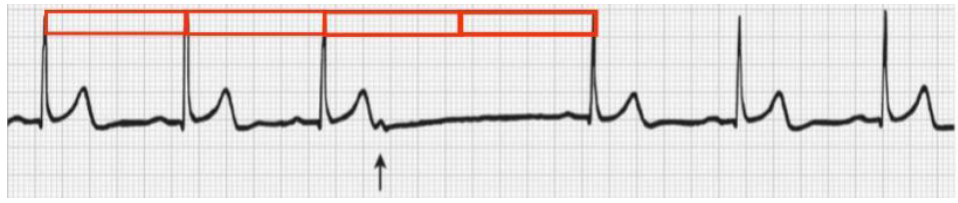


در نوار قلب پایین موج P وجود دارد (بنابراین کانون ضربان‌ساز قلب یک کانون فوق بطنی است)، QRS محدود می‌باشد، اما در ضربان پنجم کمپلکس QRS همراه با موج P معکوس می‌باشد (بنابراین از Junction منشأ می‌گیرد) و زودتر از حالت پیش‌بینی شده ظاهر شده است، بنابراین Premature Junctional Contraction می‌باشد.

موج P در PJC در لید II منفی می‌باشد؛ این موج می‌تواند بلافاصله پیش یا پس از کمپلکس QRS خود را نشان دهد و یا اینکه درون کمپلکس QRS مدفون باشد. کمپلکس QRS در PJC دارای زمان کمتر از ۰/۱۰ ثانیه می‌باشد.

Not Conducted PAC

Not Conducted PAC هنگامی ایجاد می‌شود که یک کانون ضربان‌ساز دهلیزی (غیر از گره SA) آن‌چنان زود شروع به تولید ایمپالس می‌کند که ایمپالس مورد نظر در حین فاز تحریک‌ناپذیری (Refractory period of AV Node) به گره AV می‌رسد و در نتیجه به بطن‌ها منتقل نمی‌شود. نتیجه این امر یک موج P غیرسینوسی است که بدون همراهی با کمپلکس QRS تظاهر می‌یابد.



در تصویر فوق یک موج P تنها بلافاصله پس از موج T ظاهر شده است که پس از آن یک Sinus Pause رخ داده است.

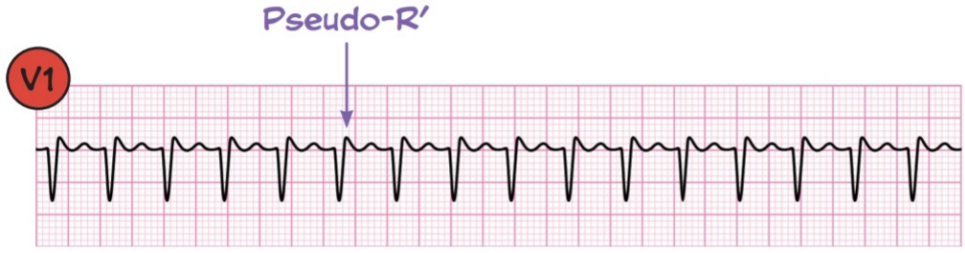
Paroxysmal Atrial Tachycardia

یک ریتم رگولار با ریت ۱۵۰ - ۲۵۰ می‌باشد. ایمپالس‌های الکتریکی قلب از نقطه‌ای در دهلیزها (به‌جز گره SA) منشأ می‌گیرند. گاهی شناخت موج P در این حالت دشوار است؛ زیرا موج P در موج T پیش از خود مدفون می‌شود. به‌طور معمول در آغاز PAT یک فاز Warm up همراه با کاهش تدریجی PP Interval مشاهده می‌شود. همچنین ممکن است یک فاز Cool Down نیز که همراه با افزایش تدریجی PP Interval است؛ دیده شود.

AV Nodal Reentrant Tachycardia

یک ریتم رگولار با ضربان حدود ۱۴۰ تا ۲۸۰ بار در دقیقه می‌باشد. در تفاوت PAT و AVNRT می‌توان به این نکته اشاره کرد که در AVNRT فاز Warm up و Cool Down وجود ندارد. از نشانه‌های AVNRT می‌توان به Retrograge P Wave در لیدهای III و II اشاره کرد. همچنین یک نشانه مهم دیگر وجود Pseudo _ R' در لید V1 است.

The P′ wave may be superimposed on the end of the QRS complex, producing a *pseudo-R′ wave* in lead V1.

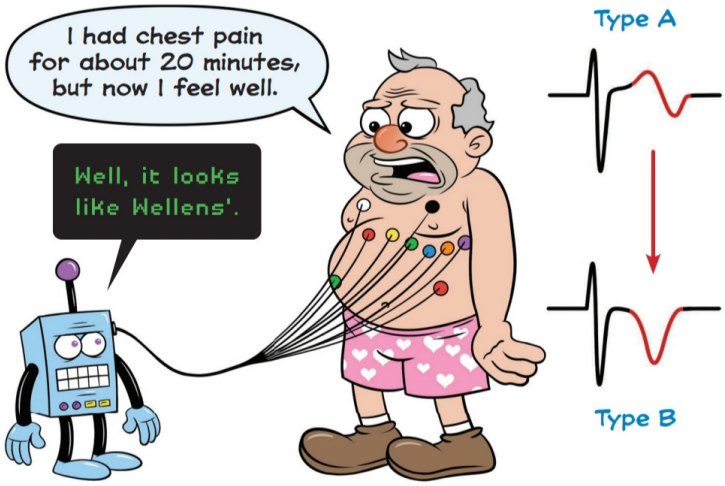


Atrial Flutter

Atrial Flutter یک ریتم قلبی نامعمول، سریع و Regular می‌باشد. زمانی که ضربان قلب بالای ۲۵۰ بار در دقیقه باشد و بین امواج P یک بیس لاین صاف وجود نداشته باشد، Atrial Flutter وجود دارد.

Wellens' waves

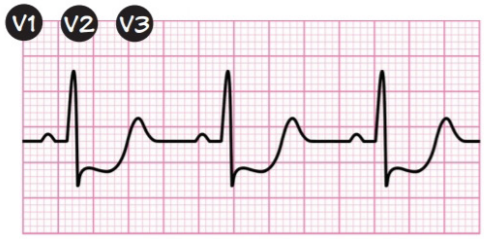
امواج عمیق معکوس و یا بای فازیک T در لیدهای V۲ و V۳ و گاهی لید V۴ می‌توانند پیش‌بینی کننده یک انسداد پروگزیمال در شریان anterior descending artery باشند. در این نوع امواج بخش ابتدایی موج T صعودی می‌باشد و سپس بخش انتهایی آن دچار Inversion می‌شود.



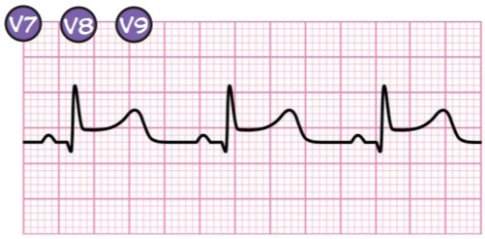
Posterior Infarction

به‌گونه‌ای می‌توان گفت که Posterior MI، تصویر آینه‌ای Anterior MI می‌باشد. در حالت طبیعی در لید V۱ موج R کوتاه و موج S عمیق وجود دارد. بنابراین وجود موج R بلند در همراهی با ST DEPRESSION می‌تواند نشان‌دهندهٔ Posterior MI باشد.

به‌دلیل اینکه در بیشتر موارد، Posterior MI در همراهی با Inferior MI می‌باشد، یک تصویر کامل از ۱۲ لید نوار قلب Inferior ST Elevation و Anterior ST Depression را به‌طور هم‌زمان نشان می‌دهد.



Tall R waves and ST segment depression



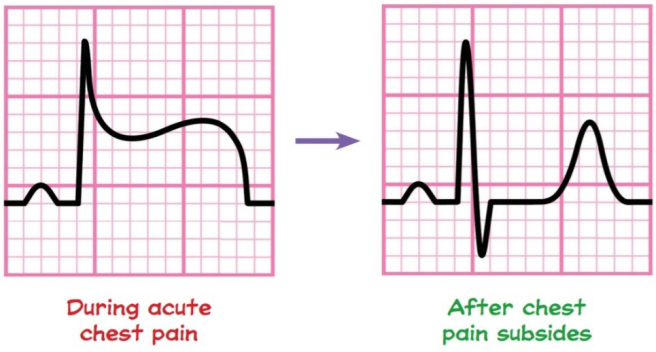
ST segment elevation ≥ 0.5 mm

Right Ventricular Infarctions

Right Ventricular Infarctions تقریباً همیشه در همراهی با Inferior MI می‌باشد. بنابراین در این شرایط انتظار دیدن STE و تغییرات موج T را در لیدهای تحتانی و لید V۱ داریم. اغلب در این شرایط لید V۲، ST Depression نشان می‌دهد.

Prinzmetal Angina

Prinzmetal Angian نوعی از حملات قلبی می‌باشد که با STE (بدون T Wave Inversion) تظاهر می‌یابد.



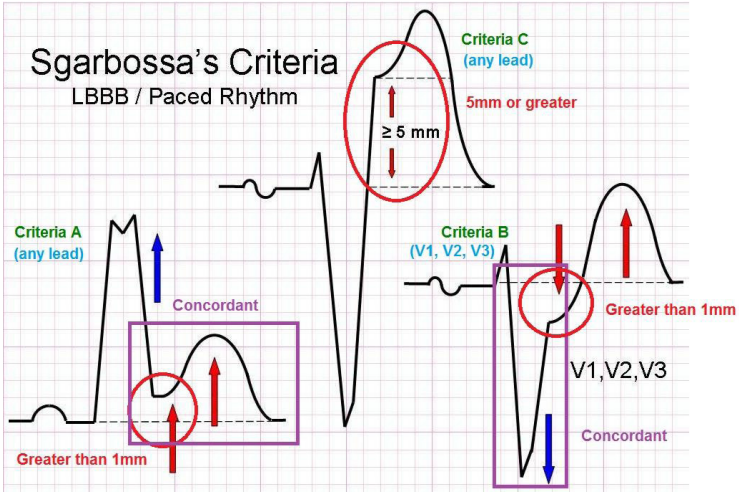
STEMI in the Presence of LBBB

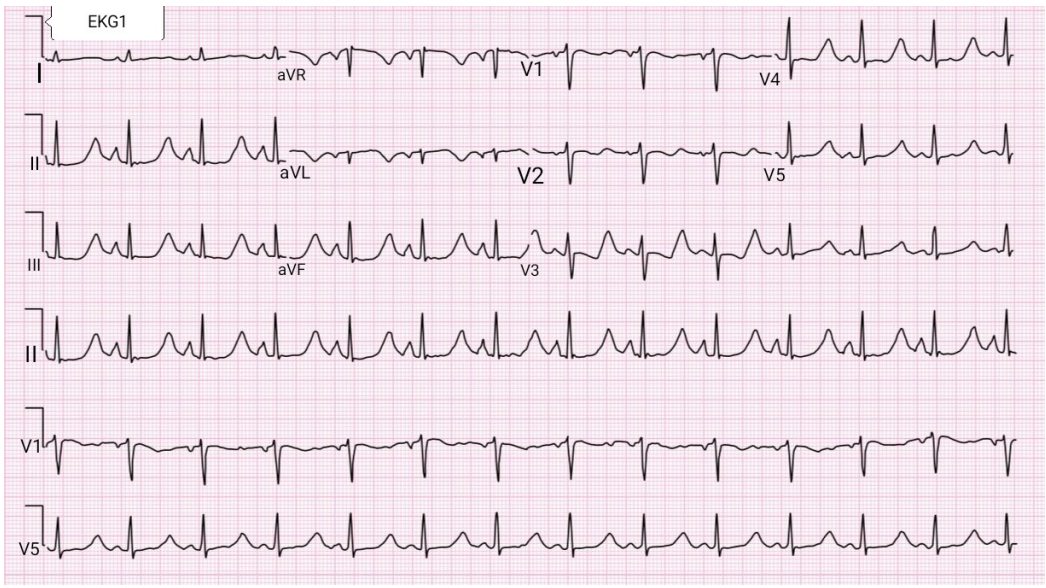
برای تشخیص STE MI در حضور LBBB یک کرایتریا به نام Smith-modified Sgarbossa وجود دارد. این کرایتریا بر مفهوم Concordant و Disconcordant تکیه دارد. Concordant به حالتی اشاره دارد که جهت انحراف قطعه ST با جهت موج QRS یکسان باشد و Disconcordant حالتی را توصیف می‌کند که جهت انحراف قطعه ST خلاف جهت موج QRS باشد.

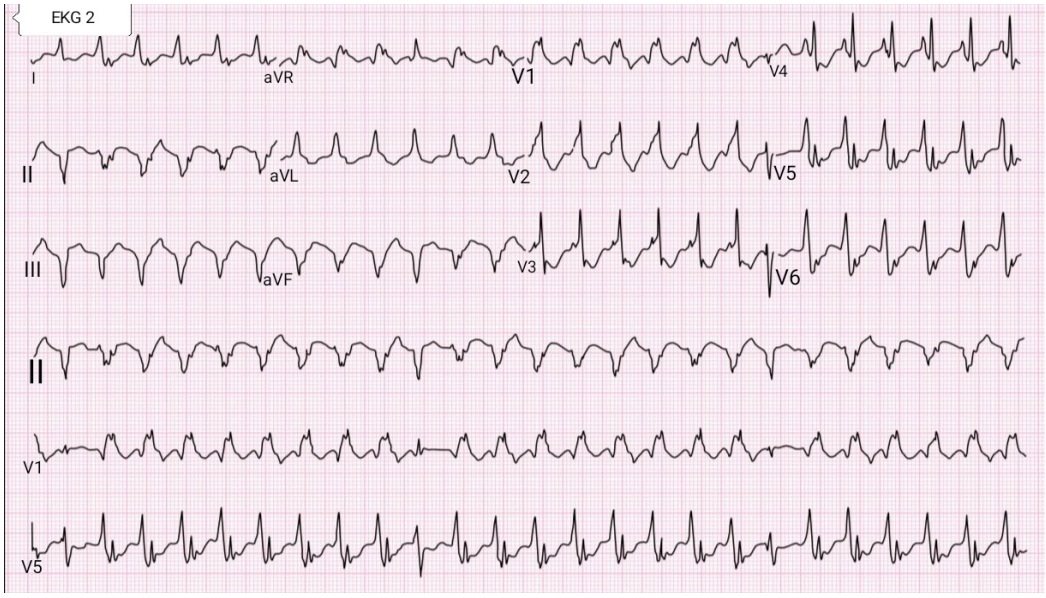
این کرایتریا به قرار زیر می‌باشد:

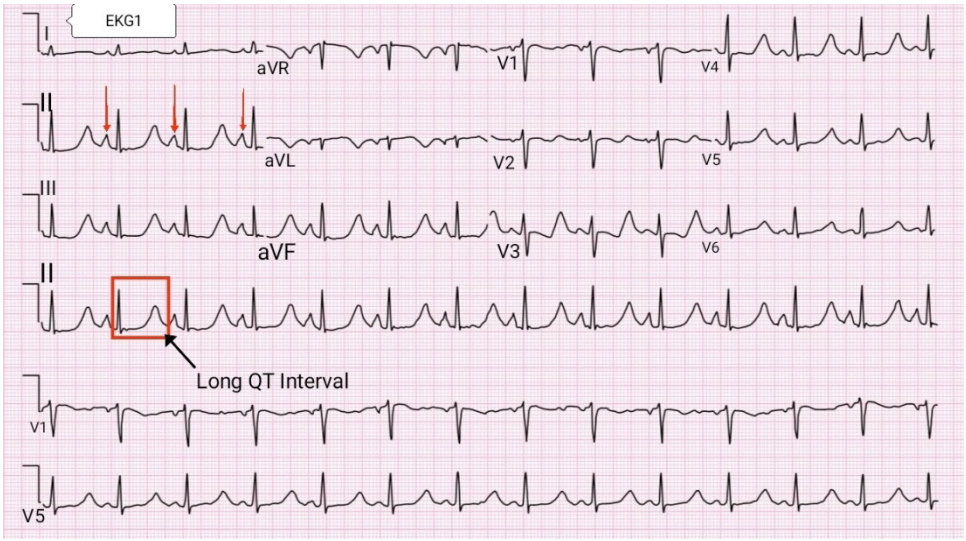
- Concordant ST Elevation ≥ 1 mm in any Lead : 5 Points
- Concordant ST Depression In V1, V2 and V3 ≥ 1 mm : 3 Points
- Discordant ST Elevationi in any Lead > 5 mm : 2 Points

برای تأیید LBBB + ST Elevation MI نوار قلب مورد نظر باید حداقل ۳ امتیاز داشته باشد. در غیر این‌صورت وجود MI تایید نمی‌شود.

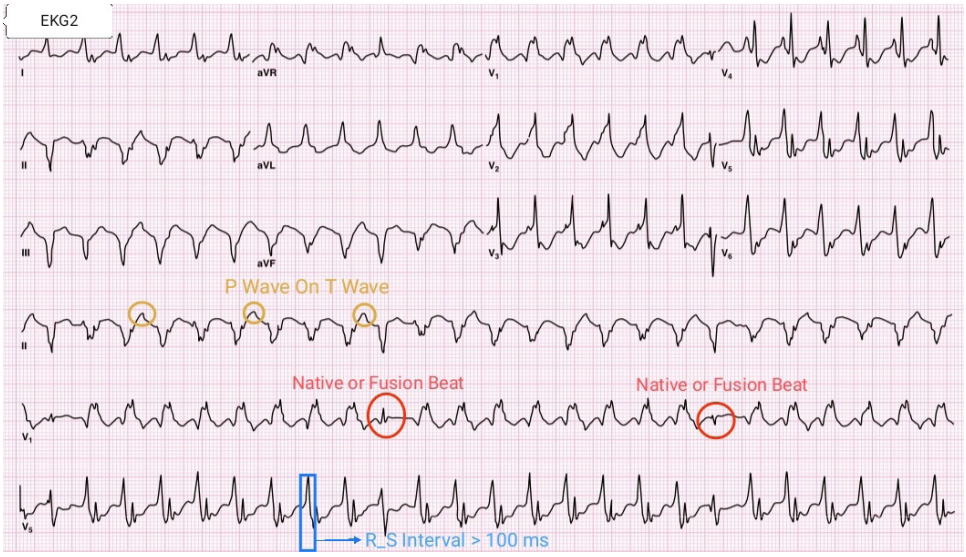



EKG1
I
aVR
V1
V4
II
aVL
V2
V5
III
aVF
V3
II
V1
V5


EKG 2
I
aVR
V1
V4
II
aVL
V2
V5
III
aVF
V3
V6
II
V1
V5



نوار قلب فوق یک Regular EKG با موج P مثبت در لید II و موج P منفی در لید aVR می‌باشد. همچنین به‌ازای هر موج QRS نیز، یک موج P حضور دارد. ضربان قلب نیز حدوداً ۸۳ می‌باشد. بنابراین ریتم یک ریتم سینوسی می‌باشد. اما افزایش ارتفاع موج P در لید II به بیش از ۲/۵ میلی‌متر حاکی از Right Atrial Enlargement می‌باشد. همچنین در این نوار قلب، اندازه QT Interval بیش از ۵۰ درصد RR Interval می‌باشد (Long QT Interval).



EKG فوق یک Wide QRS Tachycardia را نشان می‌دهد. حال باید مشخص کنیم که این تاکی کاردی در زمینه VT است یا SVT. وجود امواج T با ارتفاع بلندتر نسبت به امواج T مجاور خود نشان‌دهنده قرار گرفتن موج P روی این امواج می‌باشد و می‌توان نتیجه گرفت که دو کانون ضربان‌ساز متمایز از هم دهلیزها و بطن‌ها را دپولاریزه می‌کنند (AV Dissociation). وجود Native/Fusion Beat و R_S Interval بزرگتر از ۱۰۰ میلی‌ثانیه همگی نشان‌دهنده Ventricular Tachycardia است.