

MANUAL ILUSTRADO PARA FACILITAÇÃO DO APRENDIZADO DO ECG BÁSICO

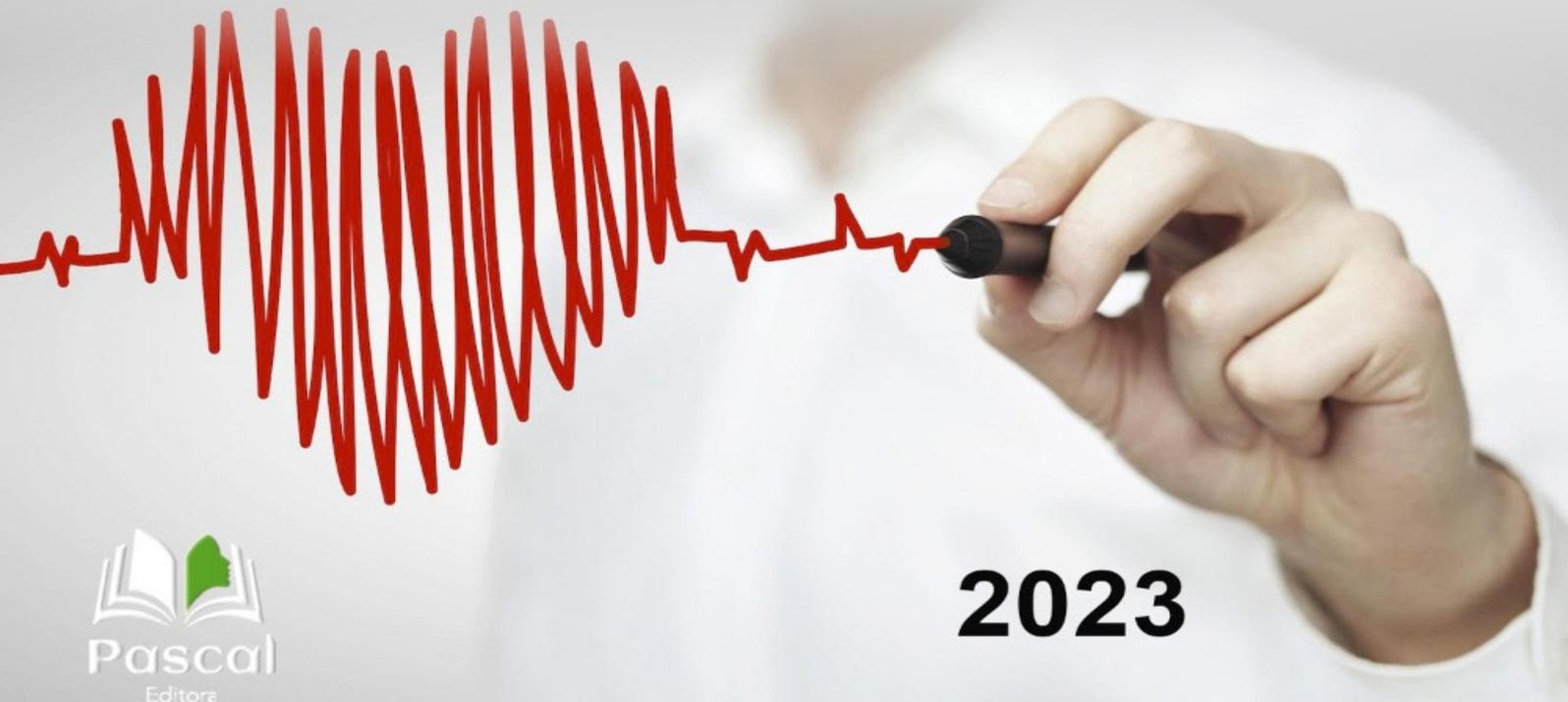
Autores:

Vítor Bruno Teixeira de Holanda

Ariney Costa de Miranda

Leonardo Mendes Acatauassu Nunes

Lucianna Serfaty de Holanda



Vítor Bruno Teixeira de Holanda
Ariney Costa de Miranda
Leonardo Mendes Acatauassu Nunes
Lucianna Serfaty de Holanda

**MANUAL ILUSTRADO PARA FACILITAÇÃO DO
APRENDIZADO DE ECG BÁSICO**

EDITORA PASCAL

2023

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr^a. Anna Christina Sanazario de Oliveira

Dr^a. Samantha Ariadne Alves de Freitas

Dr^a. Elba Pereira Chaves

Dr. Aruanã Joaquim Matheus Costa Rodrigues Pinheiro

Dr^a. Priscila Xavier de Araújo

Dr. Glauber Túlio Fonseca Coelho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

H722

Holanda, Vítor Bruno Teixeira de *et al.*

Manual ilustrado para facilitação do aprendizado de ECG Básico / Vítor Bruno Teixeira de Holanda, Ariney Costa de Miranda, Leonardo Mendes Acatauassu Nunes e Lucianna Serfaty de Holanda — São Luís: Editora Pascal, 2023.

31 f. : il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-014-2

D.O.I.: 10.29327/5338406

1. Medicina. 2. Eletrocardiograma. 3. Manual. 4. Saúde. I. Holanda, Vítor Bruno Teixeira de. II. Miranda, Ariney Costa de. III. Nunes, Leonardo Mendes Acatauassu. IV. Holanda, Lucianna Serfaty de. V. Título.

CDU: 616-072: 616.12

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

2023

www.editorapascal.com.br

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente ao Grande Arquiteto do Universo, de onde flui todo conhecimento, inteligência e sabedoria. Meus agradecimentos por todas as vezes que minhas certezas foram destruídas, pois assim exercitei a capacidade de reconhecer que precisava me aprimorar.

Agradeço por todas as angústias, medos, noites em claro, e dificuldades que surgiram, pois assim pude entender o quanto preciso ser ético e buscar me posicionar no lugar de aprendiz, para possa facilitar a transmissão de conhecimento para aqueles que estiveram sob minha tutela, pois do contrário não serei mestre, mas apenas escravo do ego.

Ao Criador Universal agradeço por ter colocado na minha vida um anjo de verdade, minha esposa Lucianna, portal iluminado por onde vieram minhas maiores riquezas, nossos belos filhos.

Que eu possa seguir os passos dos sábios de Delfos e com humildade, servir de escada para que as próximas gerações possam melhorar nossa sociedade.

APRESENTAÇÃO

Desde a invenção do Galvanômetro de Corda em 1901 por Einthoven, teve-se a capacidade de observar a atividade elétrica gerada pelas células cardíacas. Este fato proporcionou a partir de sua evolução realizar registros dessas variações de energia ao longo do tempo (ciclo cardíaco).

Toda a fisiologia do ciclo cardíaco então, passa a ser registrada em plano cartesiano. O que segundo o Dr. Enéias Ferreira Carneiro coloca no lugar de interciência, ou seja, unindo medicina, física, química e matemática.

Talvez seja nesse ponto que surja toda a dificuldade em torno da aceitação do entendimento entre médicos jovens e experientes, apesar de sem dúvidas, ser um dos três exames, junto com radiologia do tórax e hemograma, com o qual o médico mais entrará em contato durante toda sua vida.

É exame barato, de simples aplicação, quase sem contraindicação e que traz uma infinidade de informações capazes de salvar vidas em minutos, definir tratamentos e mudar condutas. Sendo assim inegável a sua importância mesmo mais de 100 anos após seu nascimento.

Esse manual, tem por objetivo principal desmistificar esse emaranhado cerebral que gera barreira ao entendimento do eletrocardiograma. Em si não visa encerrar o aprendizado, mas dar as ferramentas básicas, para que o entendimento do eletrocardiograma seja mais agradável.

Assim, espero que ao final da obra, o desbravador, passe a ter uma visão mais amigável e mais tolerante. Esse manual é apenas um alicerce ao aprendizado, e traz consigo estímulo para que haja pesquisa e busca ativa de conhecimento.

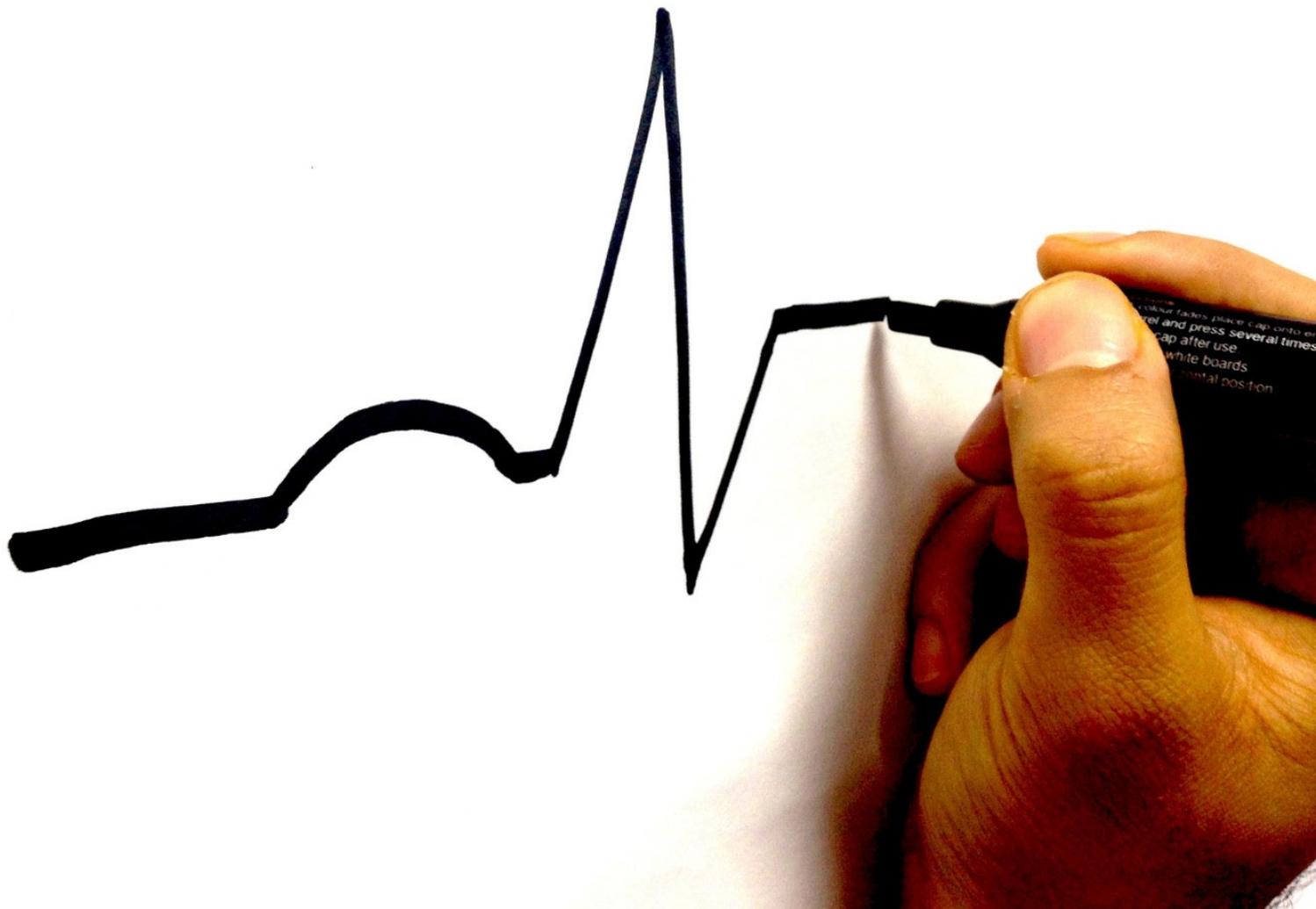
Bom proveito!

Vítor Bruno Teixeira de Holanda

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	7
Pra que serve?	8
O eletrocardiograma	8
Breve revisão de anatomia cardíaca e anatomia funcional	9
A atividade elétrica e o surgimento das ondas elétricas	11
Mas como tudo começa?	12
Captação da atividade elétrica	17
CAPÍTULO 2	18
Como analisar o eletrocardiograma?	19
Como avaliar o ritmo?	19
Eixo elétrico e a descoberta de onde está o problema	21
Hora de calcular a frequência cardíaca	26
Observando a amplitude	26
Segmento ST e a observação de isquemia	29
Áreas eletricamente inativas	29
REFERÊNCIAS	30

Capítulo 1



PRA QUE SERVE?

O eletrocardiograma é ferramenta fundamental na prática médica diária. Fornece informações capazes de identificar desde um aumento de câmaras cardíacas, bem como infartos do miocárdio até acidentes vasculares cerebrais.

Com suas informações podem ser capazes, de prever complicações e dar alívio ao sofrimento alheio. Fornecer segurança e tranquilidade para pacientes e familiares.

Nada mais é que o registro da variação da atividade elétrica ocorrida no coração durante seu ciclo cardíaco. O conhecimento de anatomia, fisiologia e eletrofisiologia são de muita importância, mas não serão foco desse material, que visa quebrar a ideia de “código secreto” que os estudantes adquirem ao entrar em contato com o método pela primeira vez. Portanto, faz-se isso de forma simples.

O eletrocardiograma

O eletrocardiograma nada mais é do que uma imagem em duas dimensões, provocada pela variação da voltagem (vertical) pelo tempo (horizontal), gerando ondas de diversas alturas e larguras conforme voltagem demandada ou o tempo gasto, segundo a Figura 1.

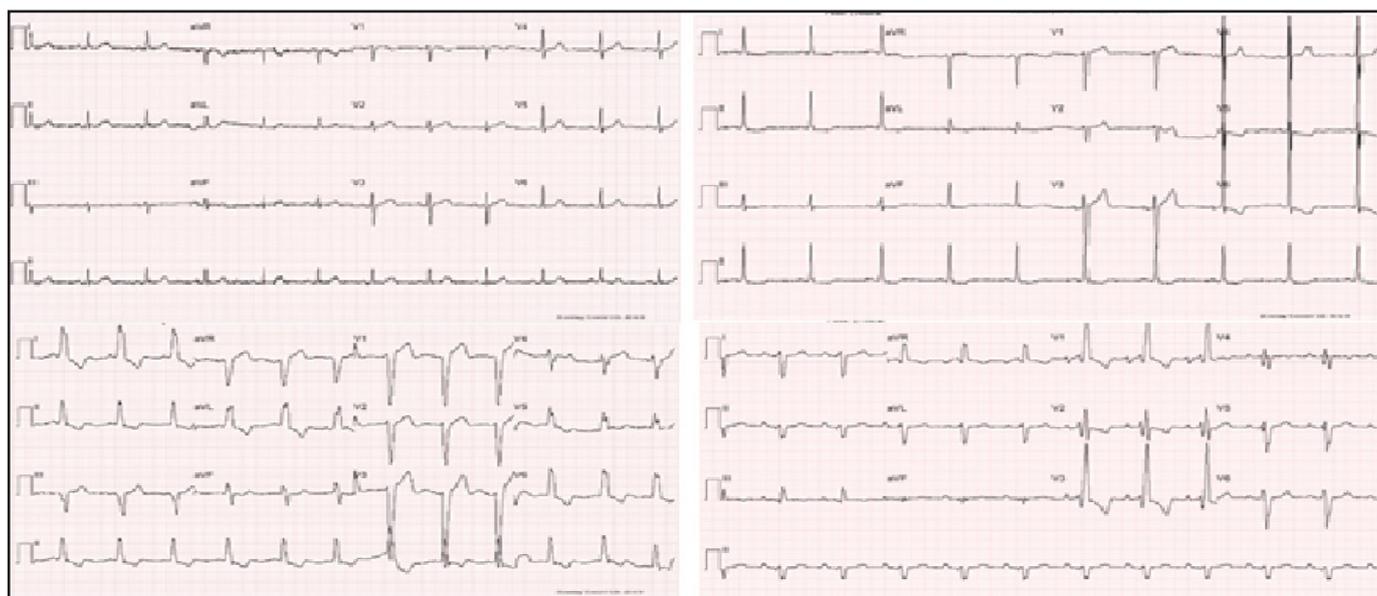


Figura1. Eletrocardiogramas variados

Tenha calma, iremos decifrar esse código juntos, e você verá que não é tão complicado!

Breve revisão de anatomia cardíaca e anatomia funcional

O coração, à grosso modo, é uma bomba hidráulica, feita de músculo e colágeno, movida por atividade elétrica. Está “guardado” dentro de uma caixa de ossos e músculo (caixa torácica), envolvido bilateralmente por um órgão esponjoso e aerado (pulmões). Realiza seu trabalho cotidiano dentro de um saco colágeno-fibroso (pericárdio) de dupla lâmina fina (visceral e parietal), com discreto líquido entre elas (líquido pericárdico), segundo a Figura 2.

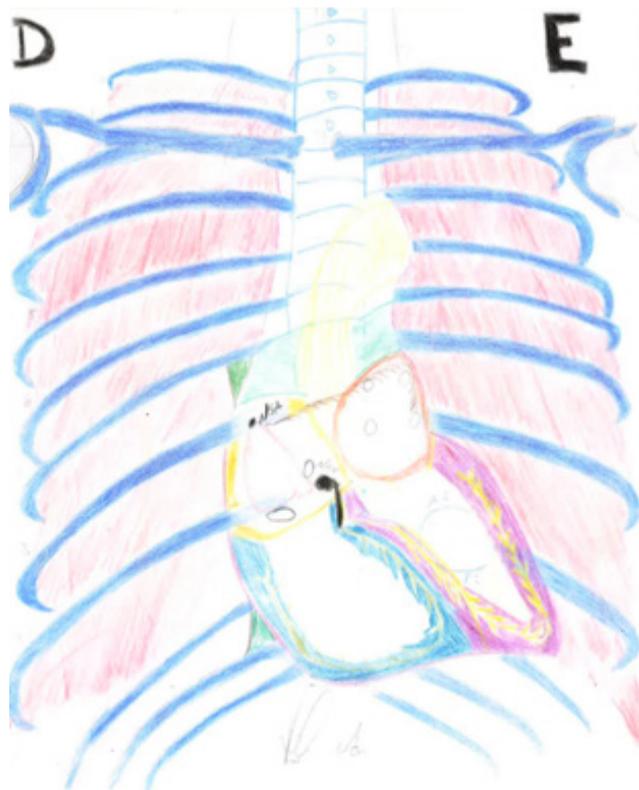


Figura 2. Posição anatômica cardíaca

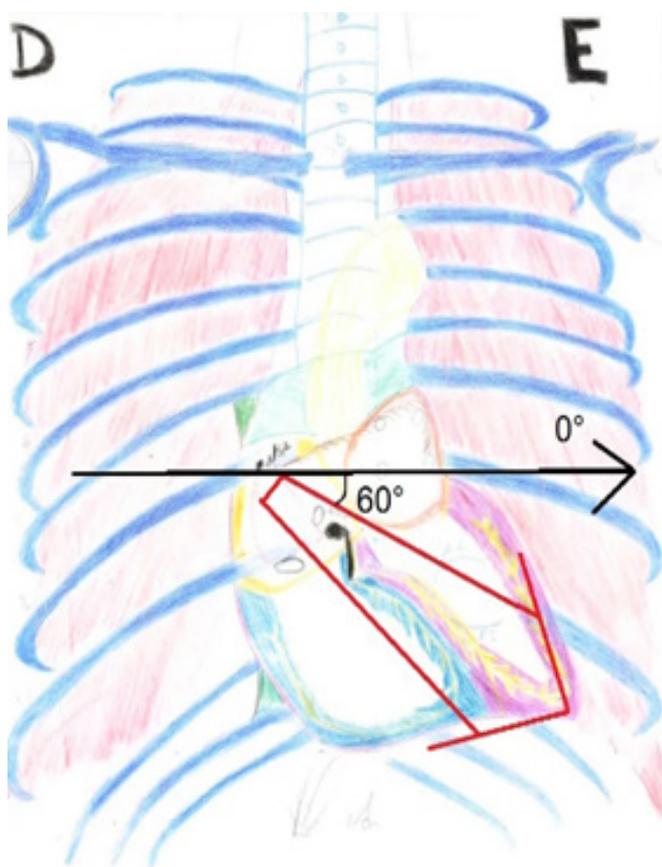


Figura 3. Ângulo de inclinação frontal do coração

A posição geométrica do coração é a grande chave para o início do entendimento eletrocardiográfico. Sua forma “triângulo-cônica”, é posicionada de forma centralizada, logo atrás do osso esterno torácico, com seu vértice (ápice), voltado para baixo e para esquerda em um ângulo aproximado de 60° , conforme Figura 3.

Já em uma vista transversal, é possível observar que o cone se posiciona com sua base em posição posterior e ápice anterior para esquerda.

Por conta desse posicionamento o átrio direito posiciona-se mais anterior em relação ao átrio esquerdo e mais superior em relação aos ventrículos, sendo a cavidade mais posicionada no ângulo superior e direito (ver Figura 4).

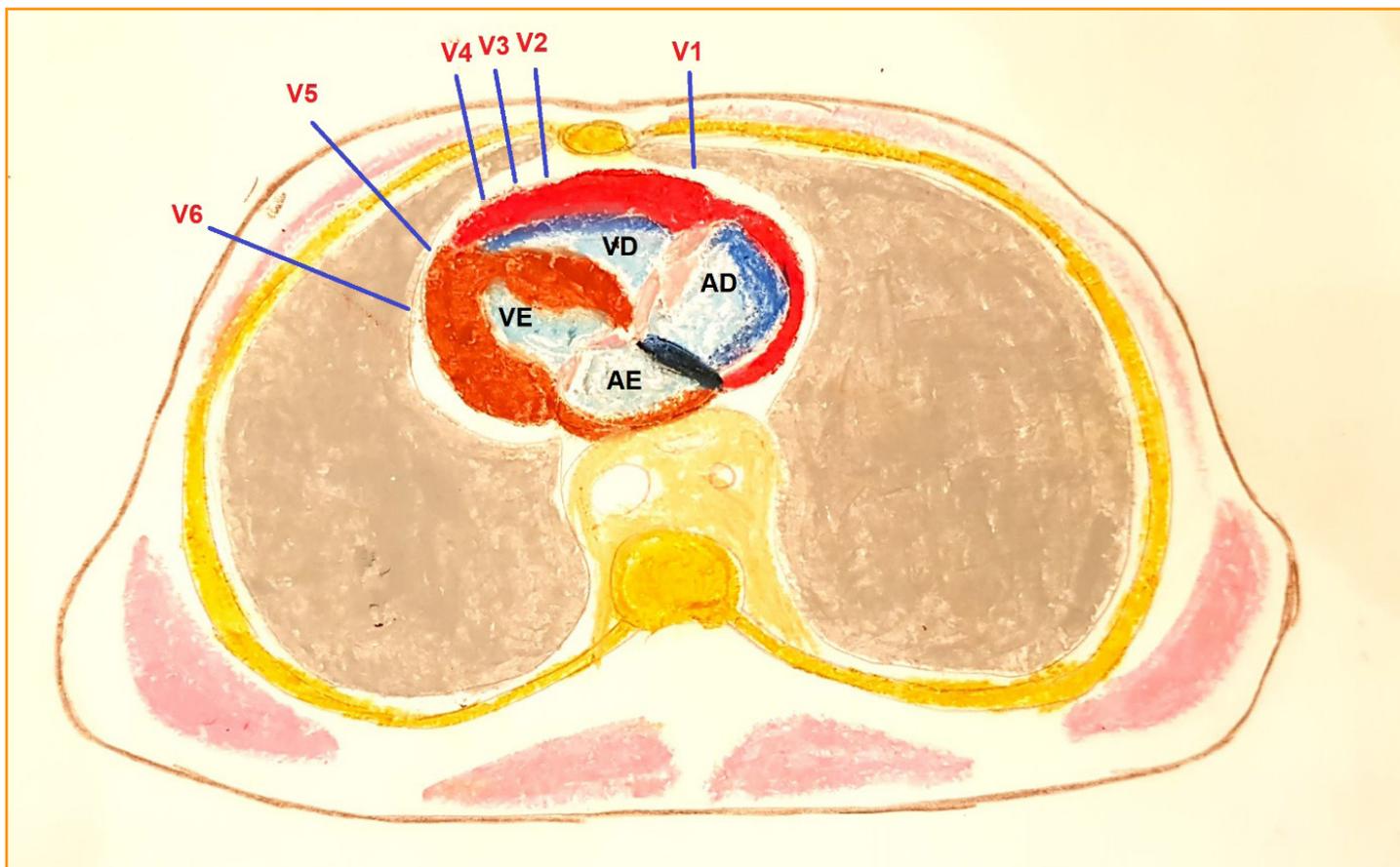


Figura 4. Corte Transverso do mediastino, AD= Atrio direito, VD= Ventriculo direito, AE= Atrio esquerdo, VE= Ventriculo Esquerdo

Pode ver claramente na figura acima, a posição anterior e a direita do ventrículo direito, e a posição lateral esquerda e mais posterior do ventrículo esquerdo, com a estrutura mais posterior sendo o átrio esquerdo.

É visível ainda a diferença de massa entre as estruturas (entre os ventrículo-ventrículo, ventrículo-átrios), com os átrios apresentando menos massa muscular que os ventrículos e o ventrículo esquerdo se sobressaindo com sua maior concentração de massa muscular em relação ao ventrículo direito.

Enquanto na visão frontal, o átrio esquerdo como esperado fica parcialmente ocultado, o ventrículo esquerdo completa a borda esquerda, o ventrículo direito repousando sobre o diafragma e por fim o átrio direito em posição superior e direita, conforme a Figura 5.

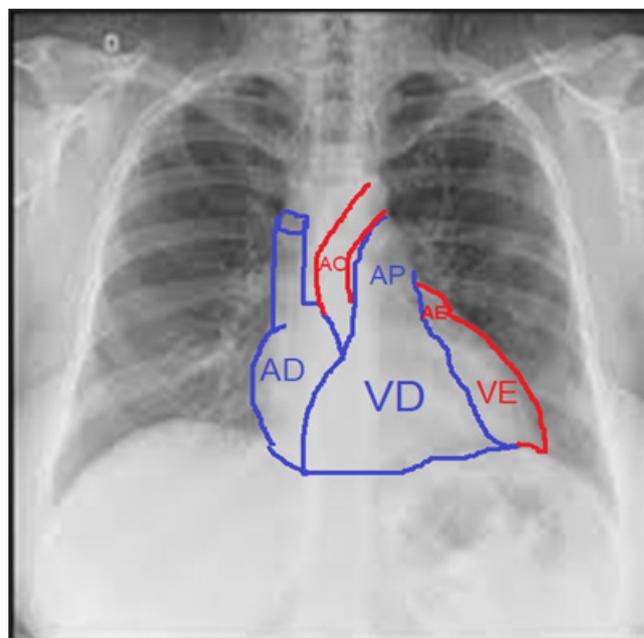


Figura 5. Estruturas cardíacas vistas pelo RX

A atividade elétrica e o surgimento das ondas elétricas

Como já mencionado anteriormente, o coração é uma máquina movida por atividade elétrica. Toda máquina elétrica necessita de um gerador, e o gerador principal do coração fica no átrio direito, logo abaixo da emergência da veia cava superior, ou seja, fica no ponto mais superior e direito do coração Figura 6.

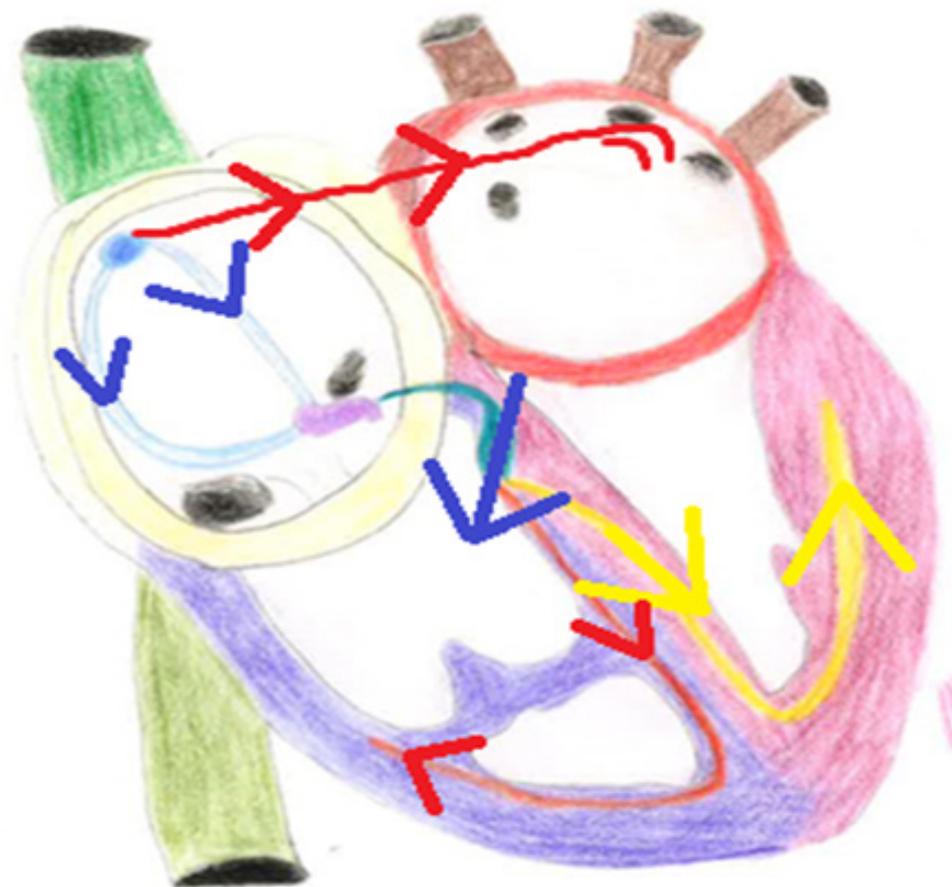


Figura 6. Corrente elétrica no coração

Como já mencionado anteriormente, o coração é uma máquina movida por atividade elétrica. Toda máquina elétrica necessita de um gerador, e o gerador principal do coração fica no átrio direito, logo abaixo da emergência da veia cava superior, ou seja, fica no ponto mais superior e direito do coração Figura 6.

Ponto esse que dá início a toda corrente elétrica que percorre as câmaras cardíacas. Iniciando no extremo superior direito indo em sentido das outras câmaras esquerdas e inferiores. Na vista transversal pode-se enxergar o caminho dos vetores elétricos que seguem do dorso para a frente e da direita para esquerda

Mas como tudo começa?

A atividade elétrica percorrendo o coração será captada pelos eletrodos posicionados nos membros. Nesse momento uma pergunta deve ser realizada, e se o paciente não tivesse braços e pernas? Bem nesse caso os eletrodos deverão ser posicionados no tronco. E é dessa forma que passa-se a imaginar que eles estarão posicionados (Figura 7).

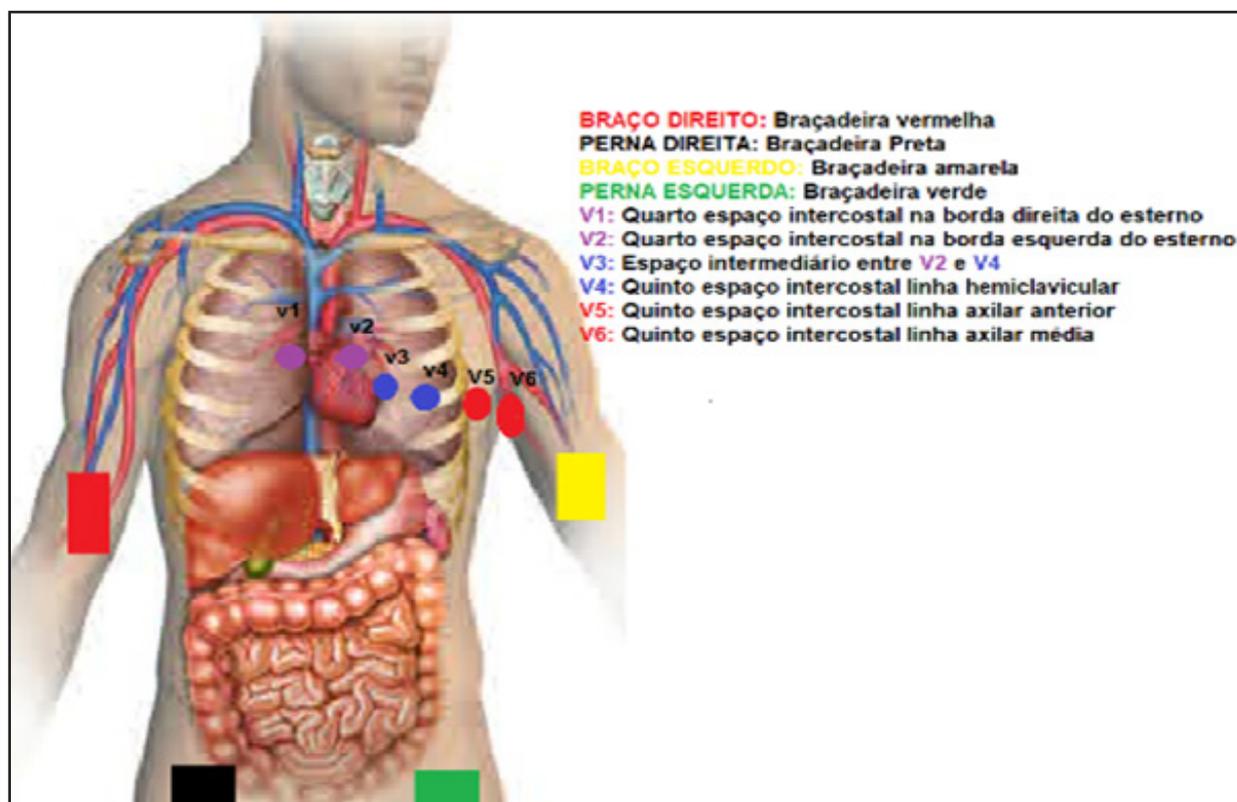


Figura 7. Posicionamento dos eletrodos

Onde se observa o eletrodo vermelho posicionado no braço direito, eletrodo preto na perna direita, eletrodo amarelo no braço esquerdo e por fim eletrodo verde na perna esquerda. Esse deslocamento elétrico pelo coração, vai causando uma descarga elétrica que será captada ao longo do tempo, gerando ondas que irão variar em altura e largura, conforme a intensidade de energia ou o tempo gasto respectivamente (ver Figura 8).

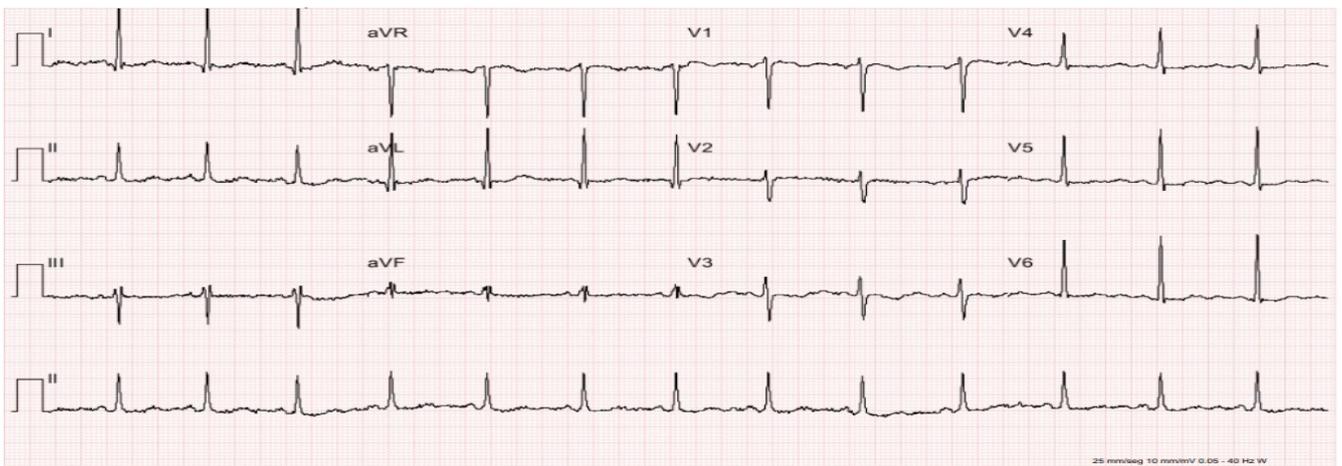
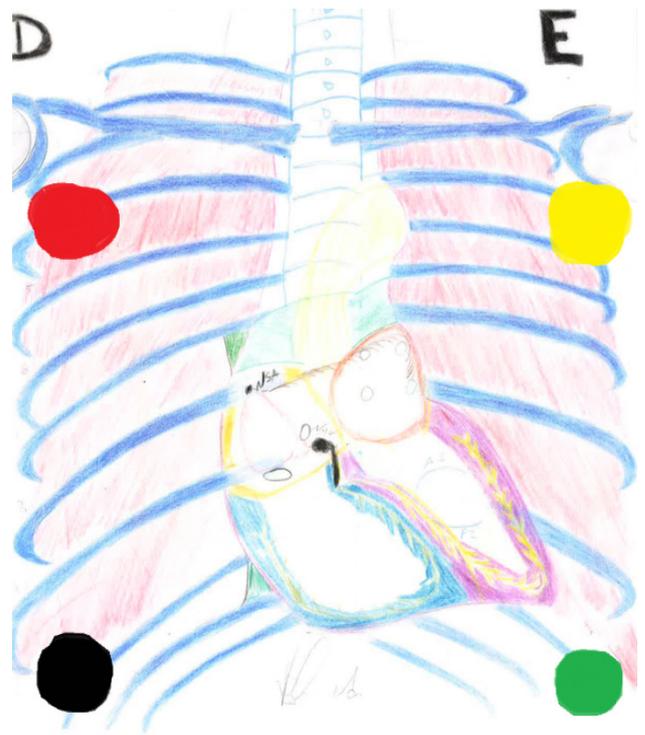
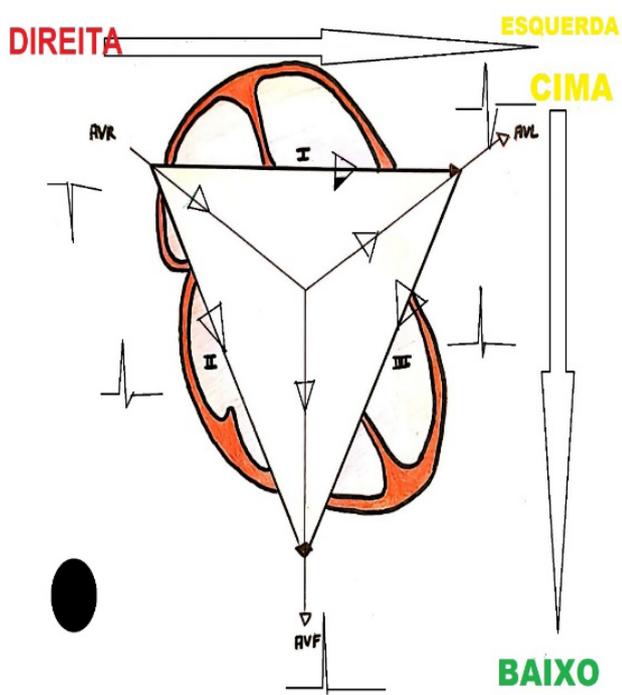


Figura 8. Posicionamento dos eletrodos.

Como observado na Figura 8 cada posicionamento de eletrodo proporcionará o surgimento de uma derivação específica com sua peculiaridade de QRS, observa-se que em um eletro bem feito o aVR sempre será negativo, a exceção de dextrocardia ou desvios acentuados de eixo à direita.

O surgimento das ondas p (Figura 9), complexo QRS e onda T, é consequência do deslocamento da descarga elétrica. A onda p está relacionada a contração atrial, o complexo QRS com a ativação ventricular e a onda T com período de relaxamento ventricular.

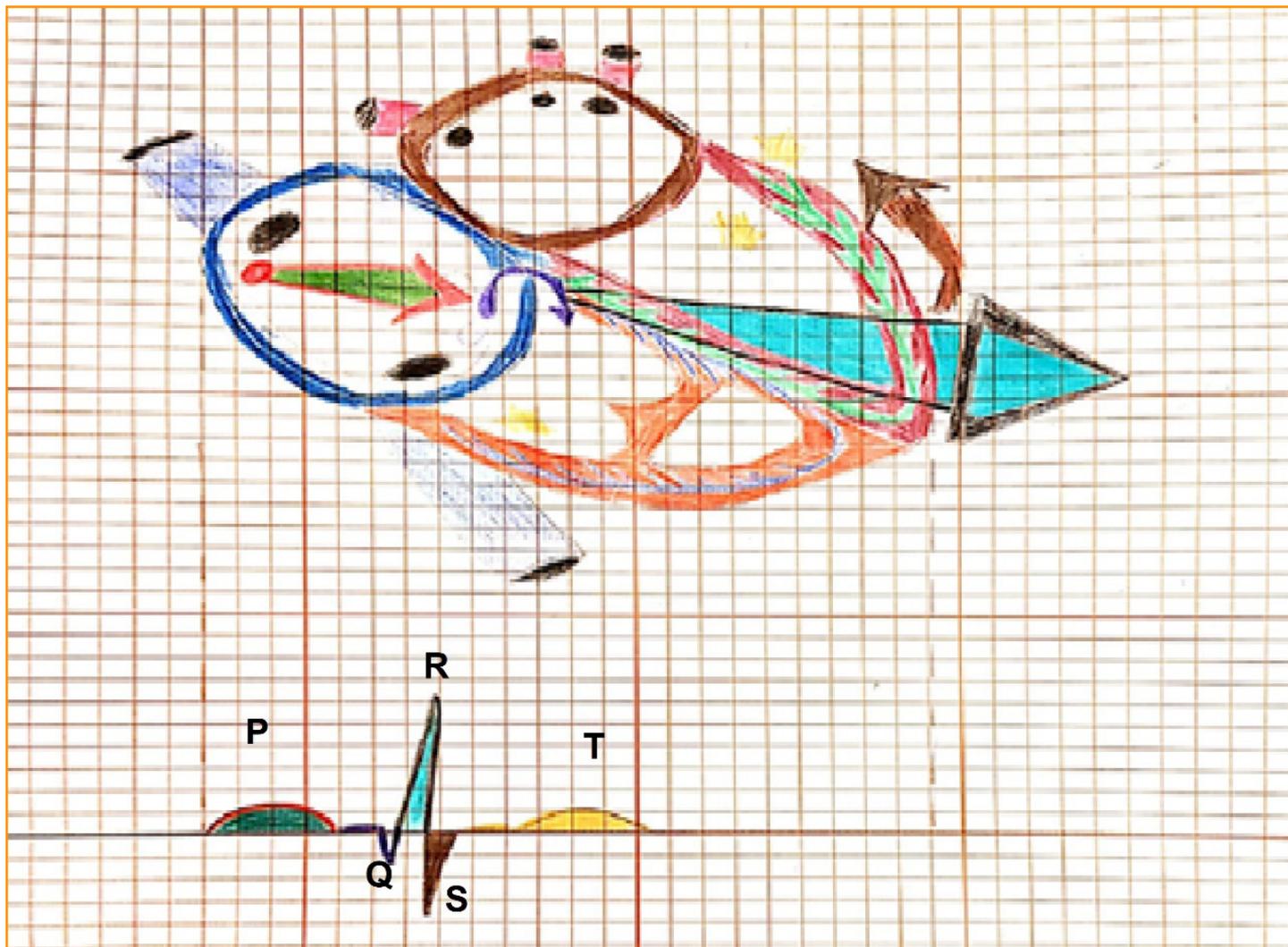
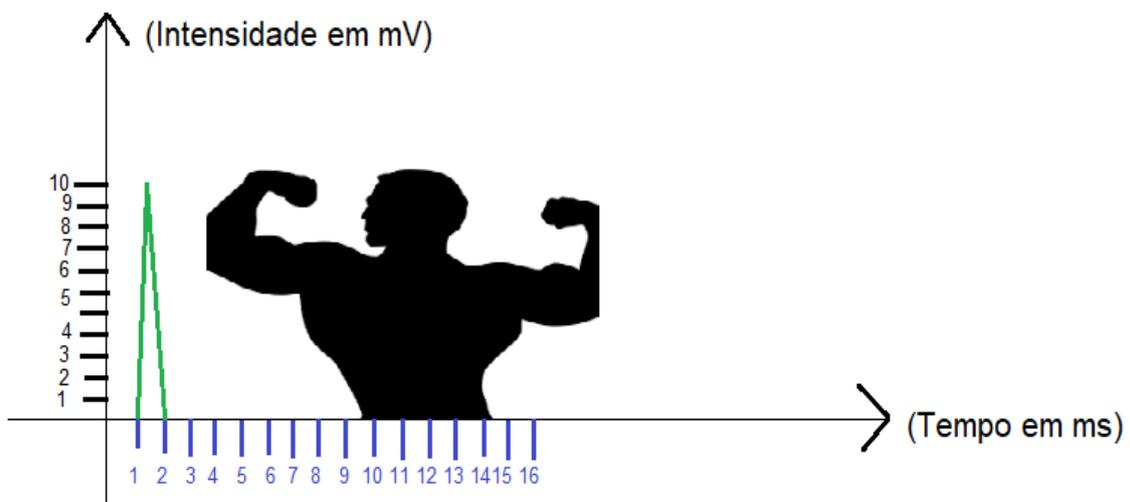
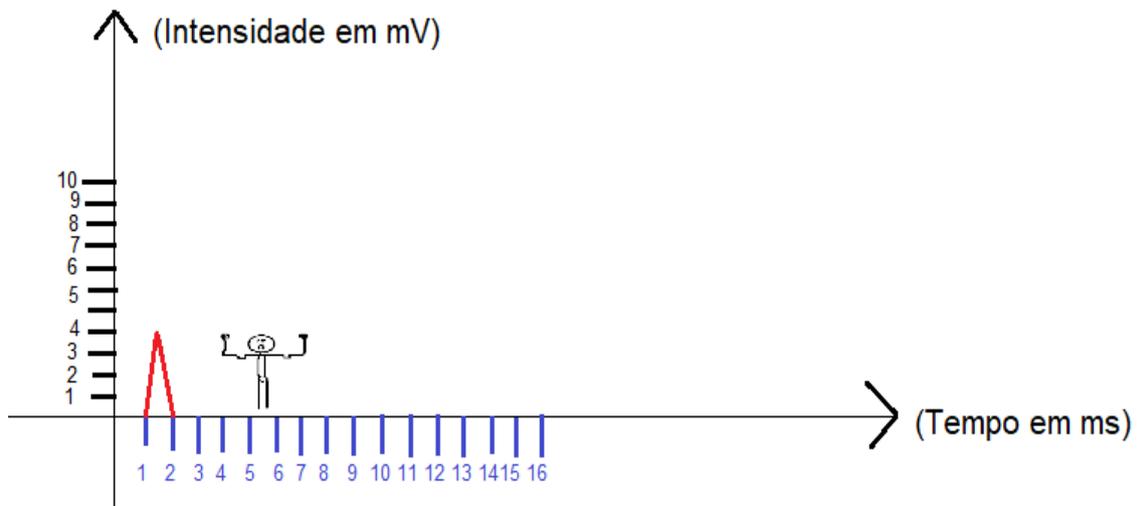


Figura 9. Surgimento das ondas conforme intensidade da voltagem e do tempo.

Observe que no complexo QRS a única onda positiva é a R (seta maior azul claro), pois a onda Q ocorre no início da ativação septal, onde o deslocamento elétrico ocorre em direção levemente contrário ao eixo elétrico normal cardíaco (seta azul escuro), e a onda S é a ativação das paredes livres dos ventrículos que também ocorrerá no sentido contrário (seta marrom).

Com isso quanto mais **intensa** for essa passagem de corrente, mais alta será a onda gerada no gráfico, ou seja, **intensidade fraca, altura baixa, intensidade forte altura elevada.**

Por sua vez, quanto mais **rápida** for essa despolarização, mais **estreita** será a onda gerada, enquanto que mais lenta, gera uma onda mais larga, veja os exemplos a seguir (Figura 10).



**Gráfico A: mostra onda baixa por estímulo fraco.
Gráfico B: mostra onda alta por estímulo forte.**

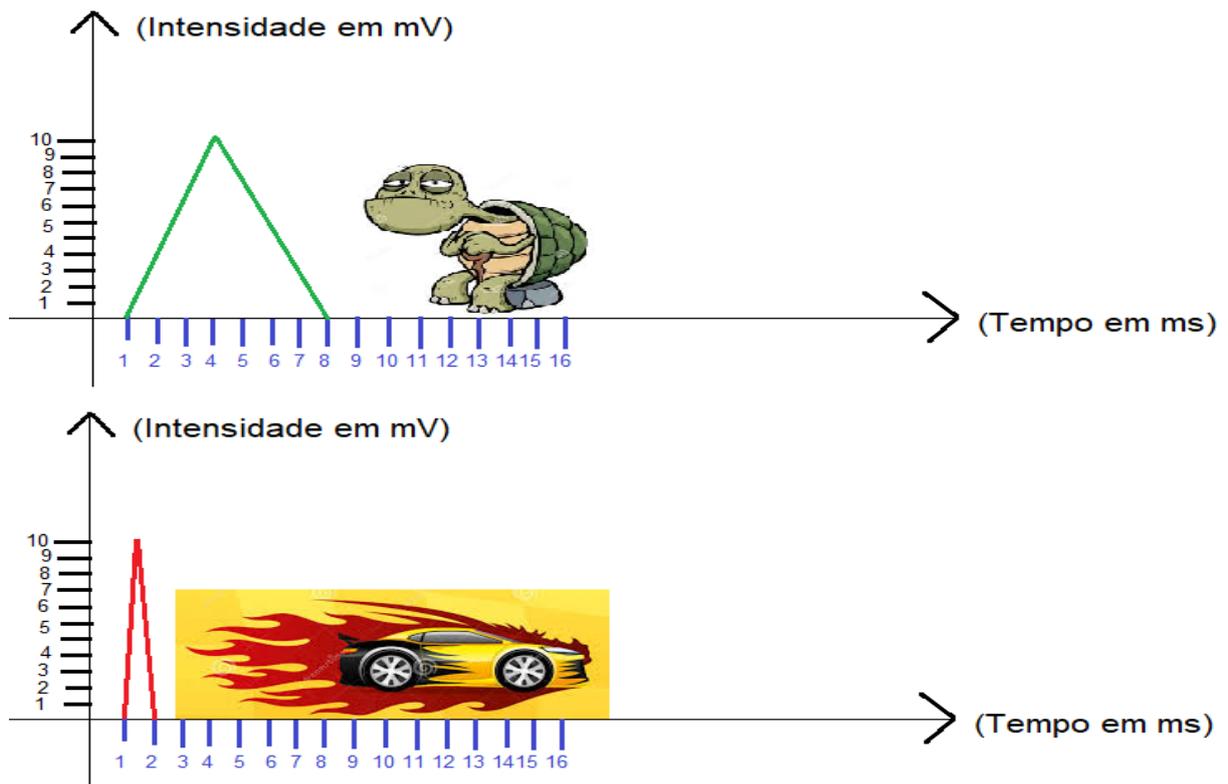
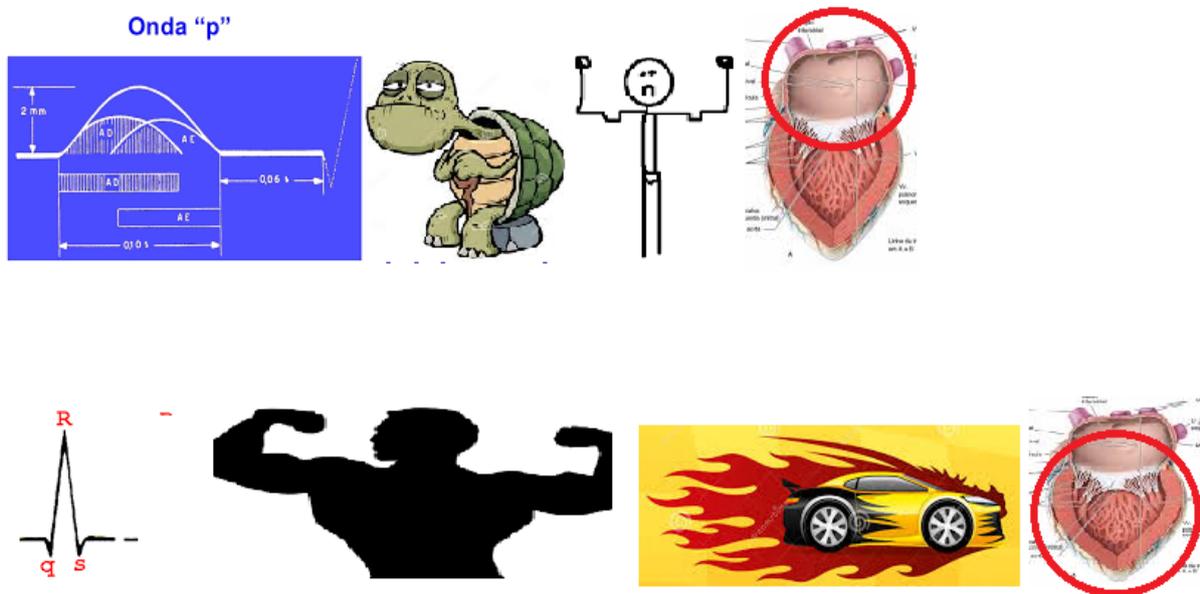


Gráfico 1: Estímulo lento.
Gráfico 2: Estímulo rápido.



Primeiro gráfico mais lento e mais fraco representa a atividade do átrio. Segundo gráfico mais rápido e mais forte representa a atividade do ventrículo.

Figura 10. Gráficos de intensidade e tempo

Captação da atividade elétrica

A corrente elétrica que se inicia no Nó Sinusal, percorre todo o coração, seguindo um caminho que tem seu início no vértice superior direito (átrio direito) em sua porção posterior, e divide-se em uma corrente para a esquerda e outra pra baixo, gerando um vetor resultante em diagonal chamada de eixo (Figura 11).

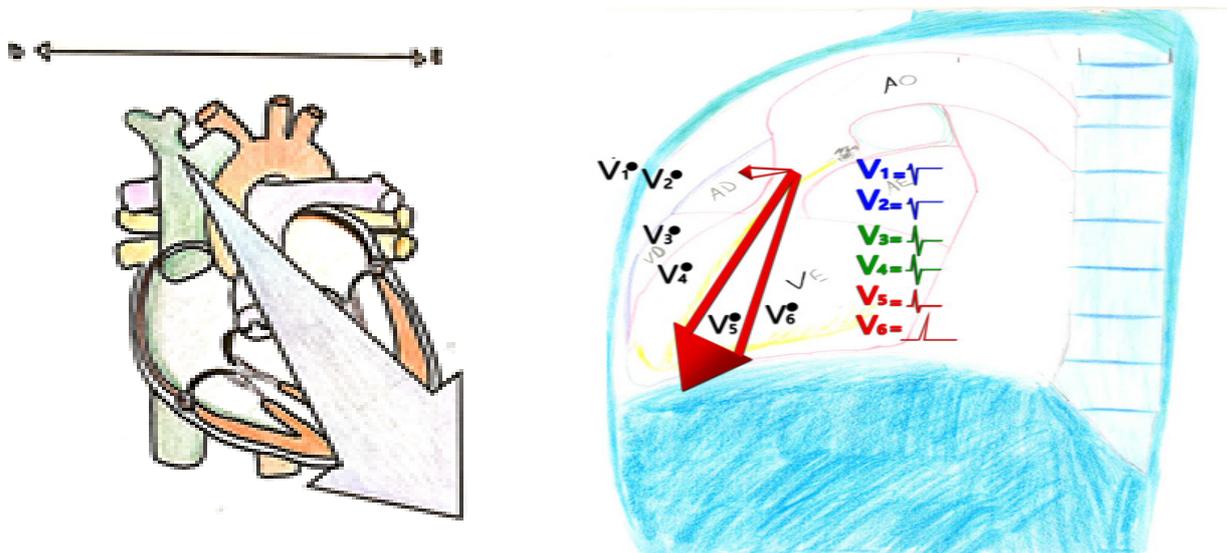
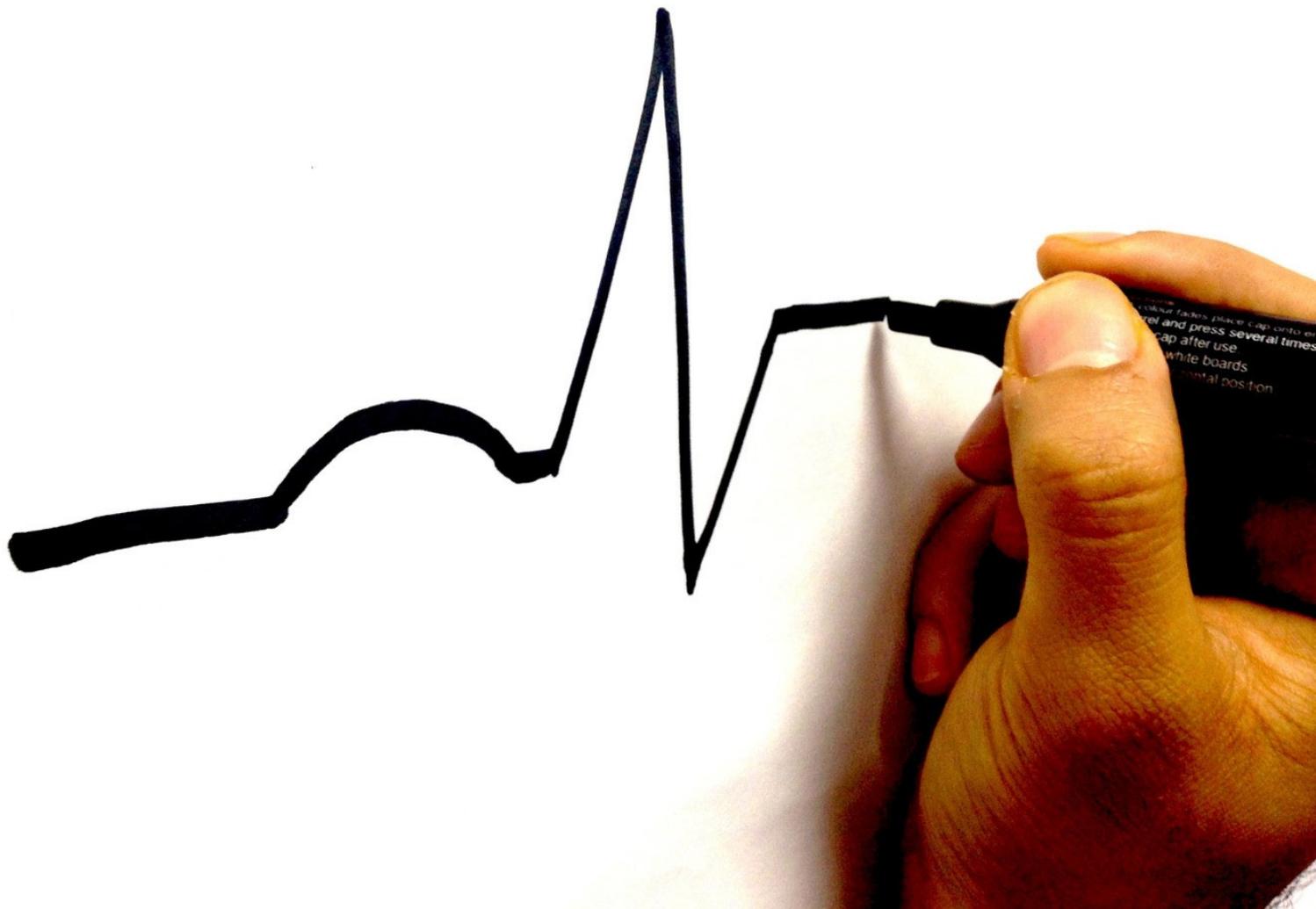


Figura 11. Atividade que inicia no nó sinusal

Capítulo 2



COMO ANALISAR O ELETROCARDIOGRAMA?

Várias são as metodologias empregadas para analisar o eletrocardiograma, o que nós seguiremos utilizar a fórmula mnemônica REFASA, onde **R**= ritmo, **E**= eixo, **F**= frequência, **A**= amplitude\ duração e polaridade das ondas P, QRS e T, **S**= segmento ST\ intervalo QT e PR; **A**= área eletricamente inativa.

Assim, torna a avaliação do eletrocardiograma algo sistemático diminuindo a possibilidade de não observar alterações. Contudo, o objetivo desse volume é o de introduzir conceitos básicos, mas essenciais da interpretação do eletrocardiograma, para facilitar entendimentos mais aprofundados nos volumes seguintes.

Como avaliar o ritmo?

O ritmo normal do coração é chamado de sinusal e é representado no ECG pela presença da onda “p”, positiva nas derivações D2, D3 e aVF. Mas isso significa realmente o quê?

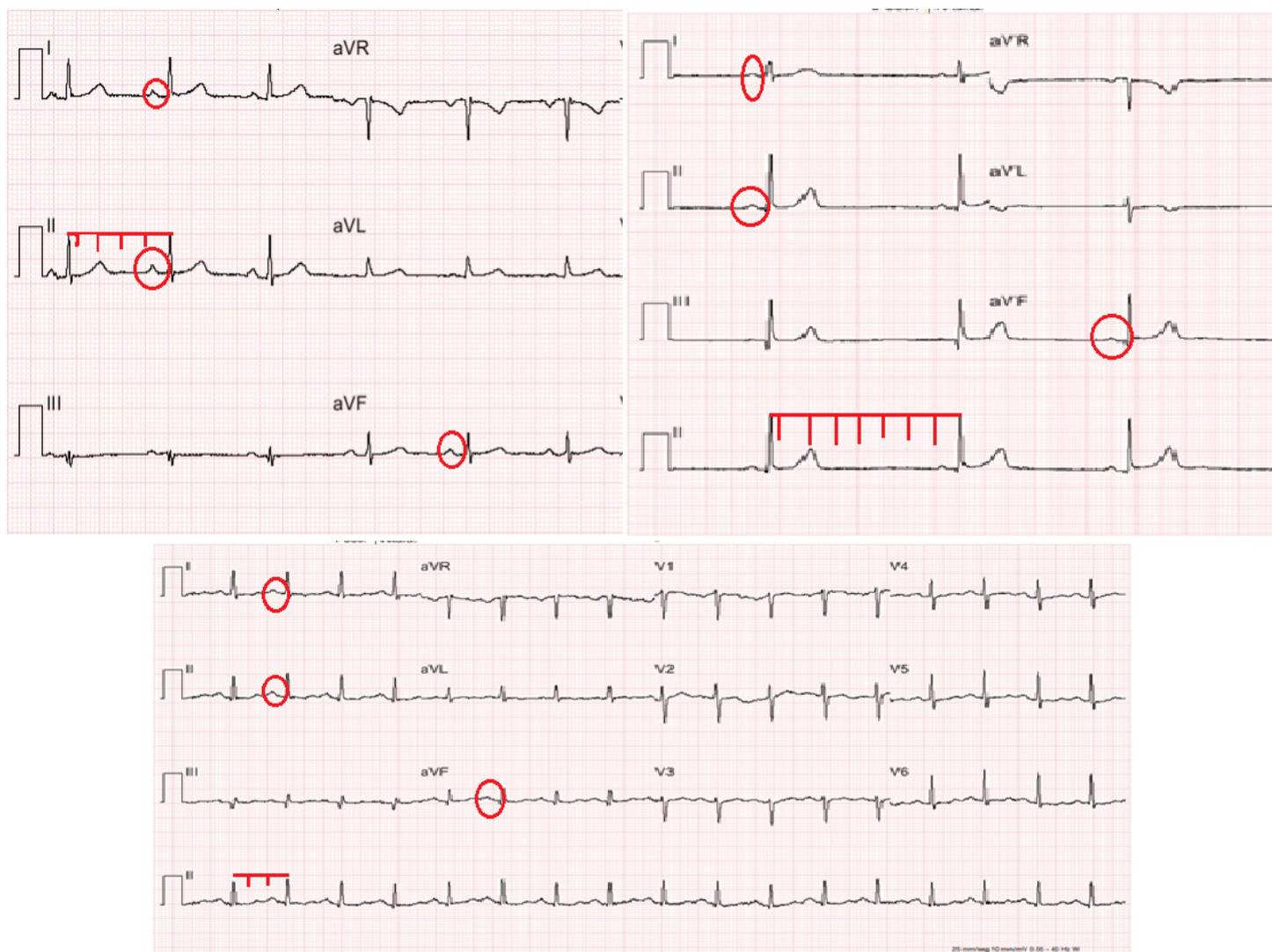


Figura 12. ECG's com ritmo sinusal com frequência cardíacas diferentes, norma, bradicardia e taquicardia respectivamente

Todas as células cardíacas têm capacidade de se autoestimular, entretanto o nó sinusal é quem assume o comando desses estímulos, de forma regular, chamado de marcapasso

cardíaco, pois ele tende a gerar estímulos elétricos de forma regular, rítmica, como se fosse um maestro determinando o andamento de uma orquestra.

Logo a presença de ondas “p” significam a contração dos átrios que ocorrem com discreto intervalo de tempo entre eles. Dessa forma, se não há ondas “p” presentes, os átrios não estão conseguindo contrair, é o caso da fibrilação atrial, por exemplo.

O intervalo entre a contração atrial e o início da contração ventricular chama-se de intervalo PR, e é importante para o enchimento ventricular na diástole (figura 12 e 13).

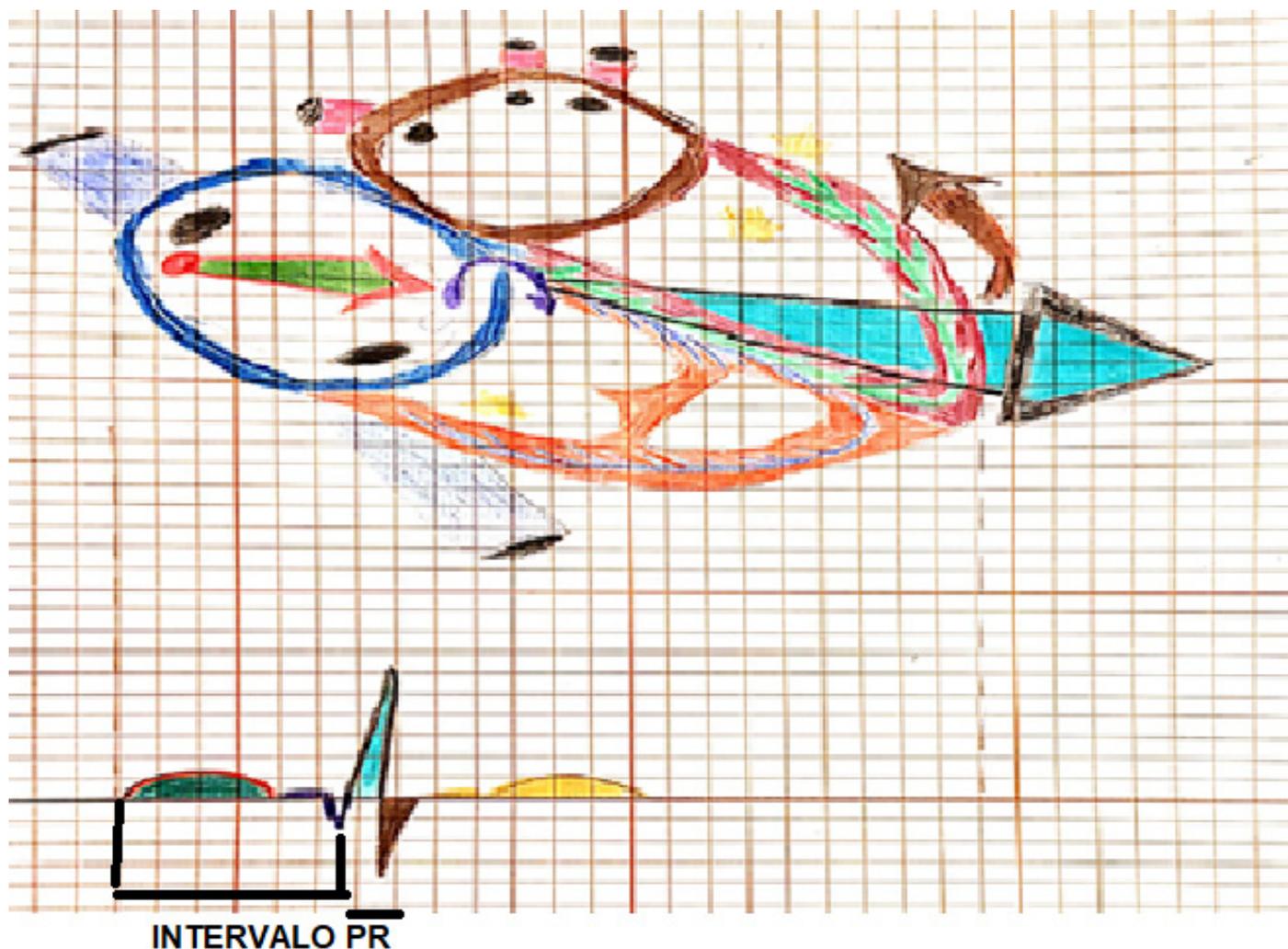


Figura 13. Intervalo PR

Outro ponto de grande importância em relação ao ritmo sinusal é que a onda p é a onda resultante entre a onda de contração do átrio direito e átrio esquerdo (figura 14).



Figura 14. Formação das ondas elétricas

Hora de você complementar seus conhecimentos, qual o valor normal da onda P, intervalo PR, Q, R, S e QRS.

P= altura _____ largura _____ Intervalo PR= _____

Q= _____ R= _____ S= _____ QRS= largura _____.

Eixo elétrico e a descoberta de onde está o problema

O eixo elétrico possui grande importância na prática clínica, mas é uma das maiores dificuldades de quem está iniciando no estudo do eletrocardiograma. Isso se deve as inúmeras posições que o eixo elétrico pode assumir.

Contudo, para o entendimento básico, o único entendimento necessário é a capacidade de saber se o eixo elétrico está desviado para direita ou para esquerda.

Primeiramente, entender o que significa clinicamente o termo desvio para esquerda ou desvio para direita. Imagine que você esteja em uma sala de aula, e de repente um aluno que está sentado no lado direito da sala sofra um mal súbito.

A reação natural dos demais alunos, seria o de tentar ajudar, com isso grande parte dos que estão na sala de aula se descolariam para o lado direito da sala.

Bem, com o coração não é diferente, quando usa-se o termo desvio de eixo para direita, está automaticamente se referindo que algo está ocorrendo nas câmaras direitas do coração, podendo ser um bloqueio de ramo direito, sobrecarga ventricular direita, infarto de ventrículo direito.

Da mesma forma pensamos quando usamos o termo desvio de eixo à esquerda, algo está acontecendo nas câmaras esquerdas, sobrecarga por pressão arterial elevada, bloqueio de ramo esquerdo, estenose de valva aórtica gerando sobrecarga...

O eixo elétrico normal do coração está entre -30° e 90° , mas será calculado o valor exato do eixo, isso vai ficar para o próximo nível.

Para identificar o eixo elétrico precisa-se nesse momento analisar apenas DI e aVF, pois assim entender para onde tenderá o eixo elétrico. Contudo, um conceito simples deve estar claro, o de positivo e negativo..

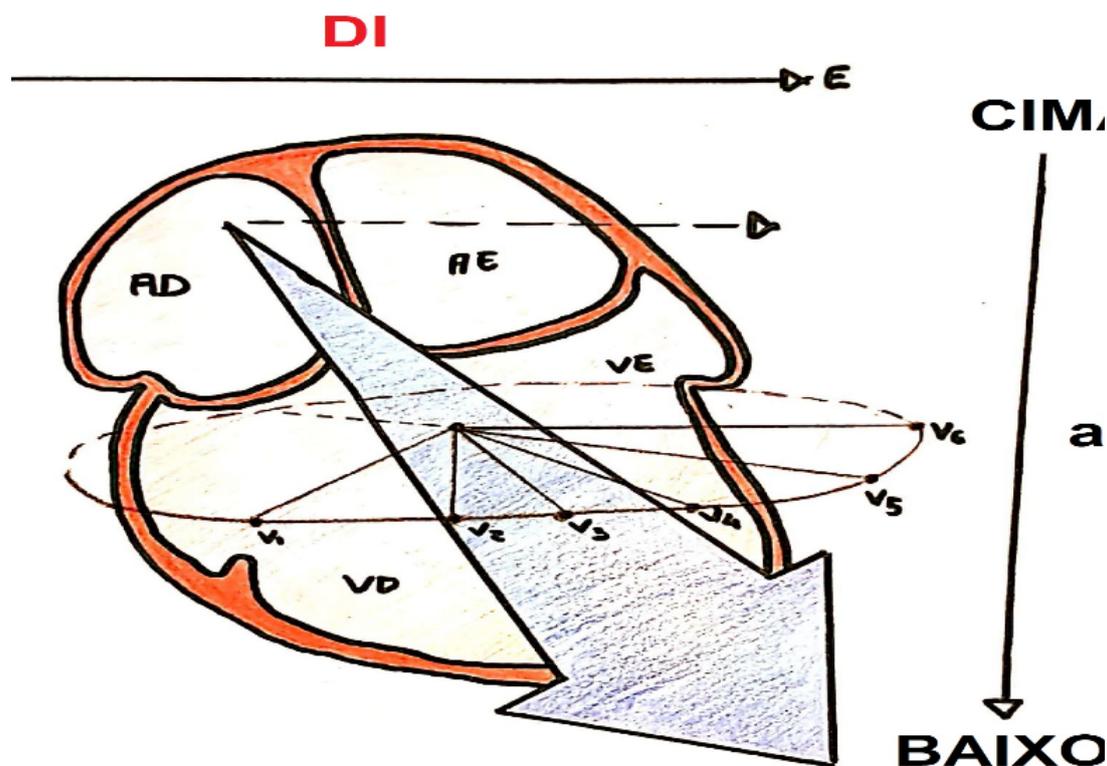


Figura 15. Ao analisar o eixo inicialmente utilize apenas DI e aVF

Imagine-se na beira da praia, observando um barco no horizonte, como saber se ele está se aproximando ou se afastando? Muito simples, se o barco estiver aumentando, se aproximará, ou se estiver diminuindo se afastará.

Dessa forma, ondas positivas é o mesmo que aumentar do exemplo anterior, significam que a atividade elétrica está chegando no eletrodo observador, enquanto atividade elétrica predominantemente negativa, significará que a atividade elétrica estará se afastando do observador.

Quais as ondas serão analisadas? Para essa observação iremos observar o QRS, onde a única onda positiva é a onda R, portanto, se a onda R for maior que a soma das ondas negativas QS, significa que a atividade elétrica estará se aproximando do eletrodo observador.

Dessa forma, a Derivação I, onde o eletrodo observador se localiza no ombro esquerdo, enxergará a energia se deslocando do ombro direito para o ombro esquerdo (Figura 15).

Agora imagine, que por algum motivo o ventrículo direito necessite de mais energia (hipertensão pulmonar, tromboembolismo pulmonar...), a energia elétrica do coração irá deslocar-se para o lado direito, gerando ondas elétricas predominantemente negativas (Figura 16).

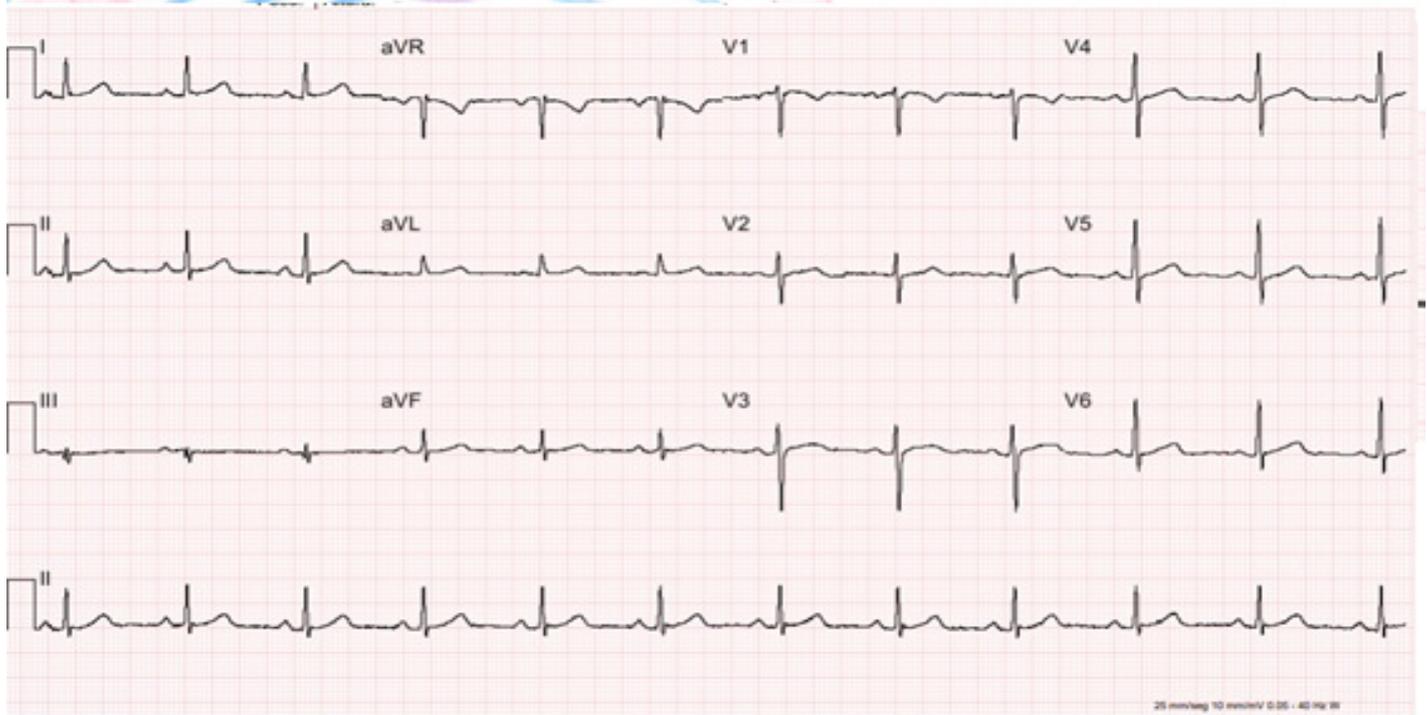
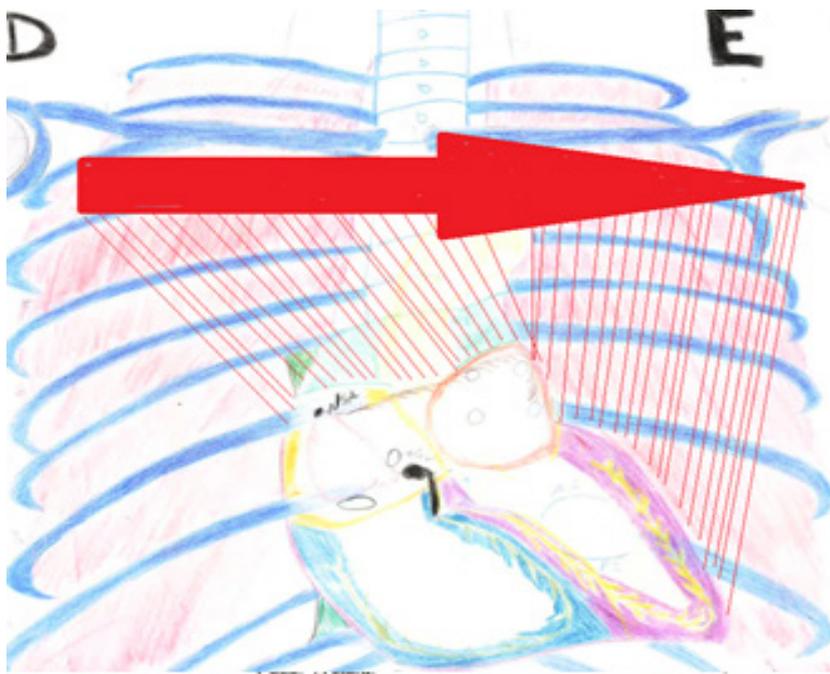


Figura 16. Formação de onda R com o deslocamento da atividade elétrica do nó sinusal até o ápice cardíaco, ou seja, da direita para esquerda.

A outra derivação a ser avaliada é o aVF, onde o eletrodo observador fica embaixo do ventrículo direito, é uma derivação que “observa” a energia se deslocando do centro do coração para baixo (Figura 17).

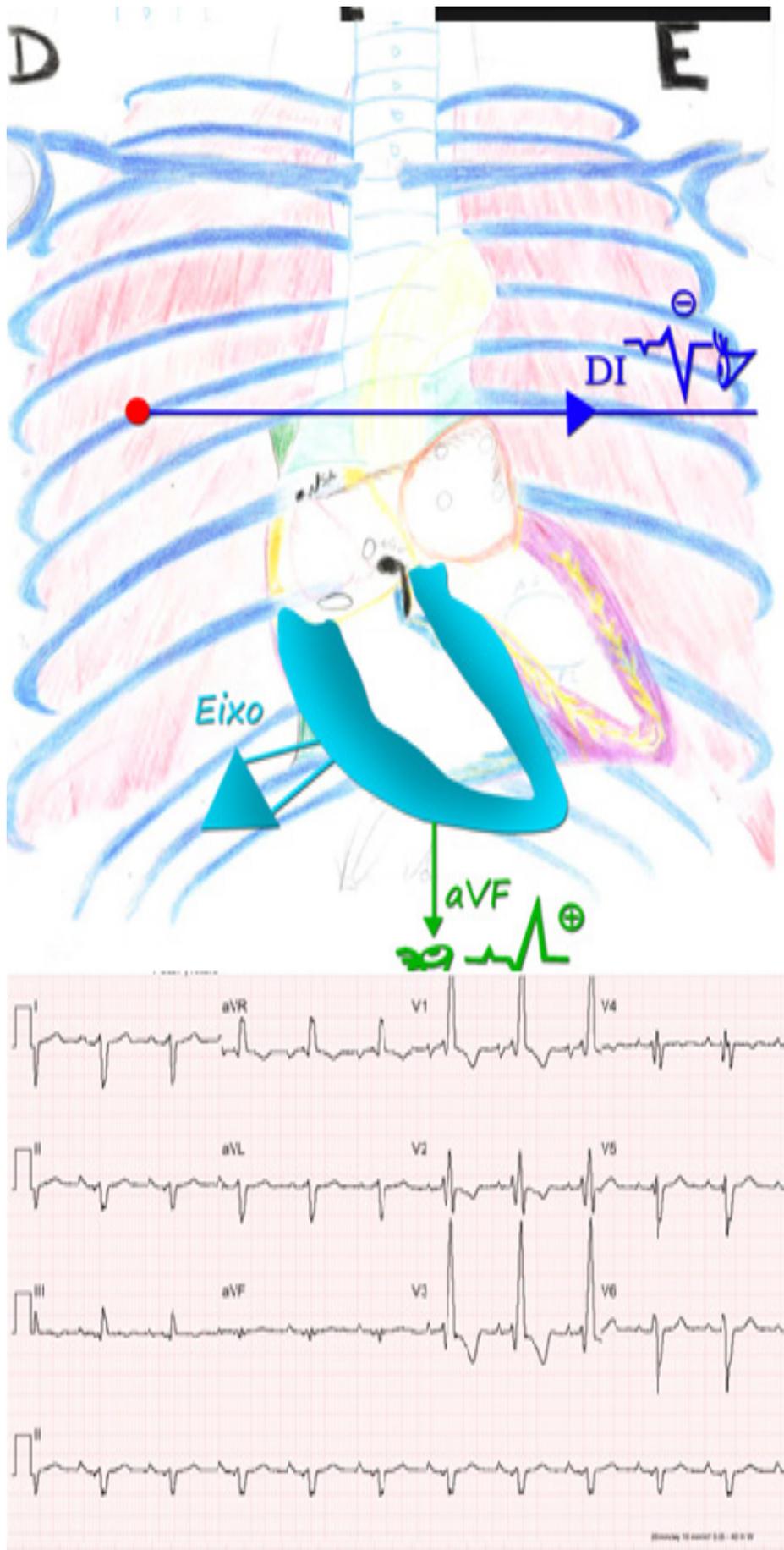


Figura 17. O DI apresenta uma onda r pequena inicial, porque o ventrículo esquerdo continua recebendo energia, mas predomina a onda S, pois a energia elétrica está se movendo para direita.

Caso o eixo elétrico movimente-se para o ventrículo esquerdo, o eixo elétrico irá se mover em direção ao ombro esquerdo, portando afastando-se do observador que estiver na parte inferior, no caso o observador de aVF (figura 18-19).

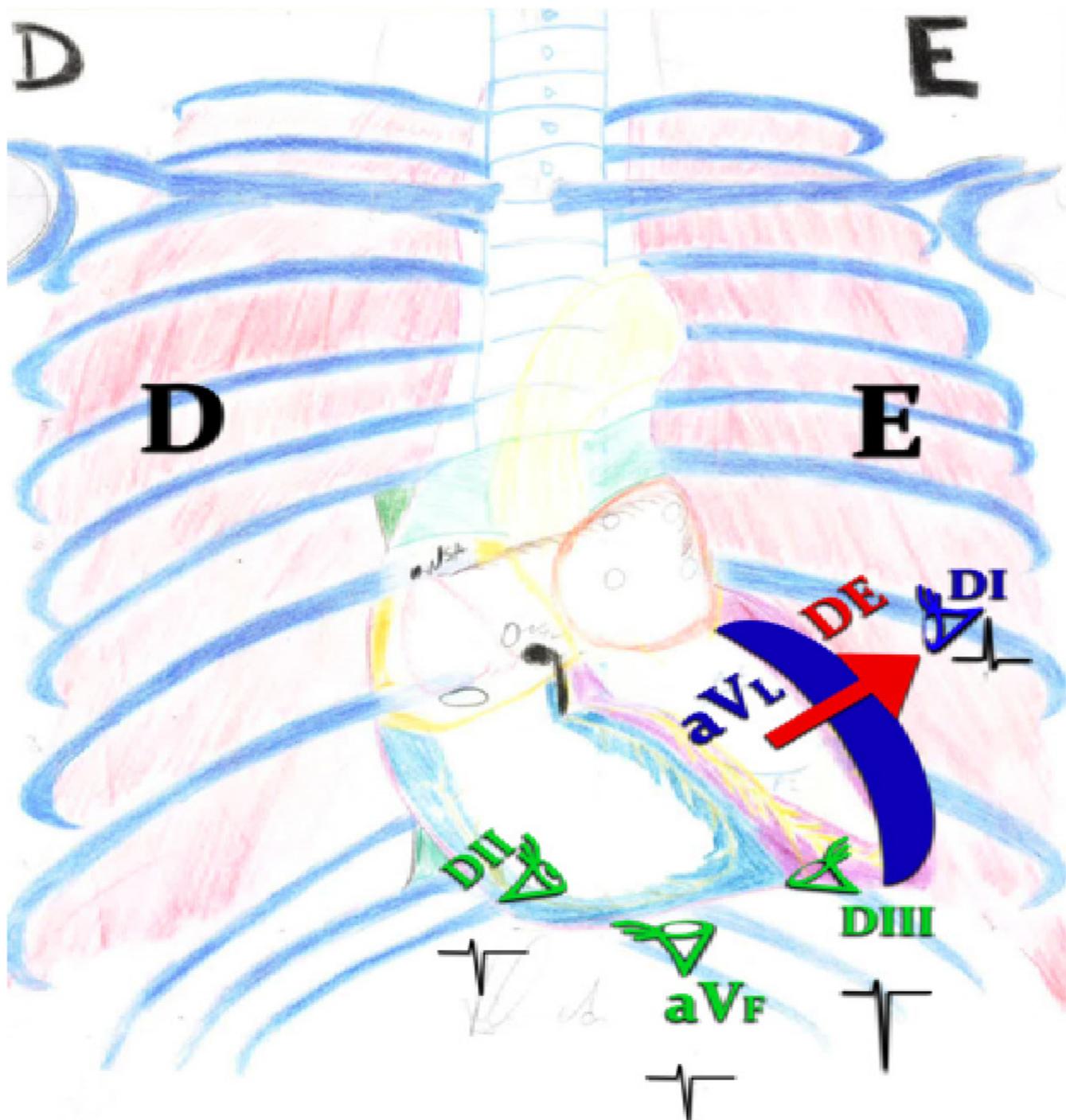


Figura 18. Desvio de eixo para esquerda, demonstrando o complexo QRS se apresentando de forma rS, predominância negativa, pois a atividade elétrica está se afastando do eletrodo observador.

Caso o eixo elétrico movimente-se para o ventrículo esquerdo, o eixo elétrico irá se mover em direção ao ombro esquerdo, portando afastando-se do observador que estiver na parte inferior, no caso o observador de aVF (Figura 18-19).

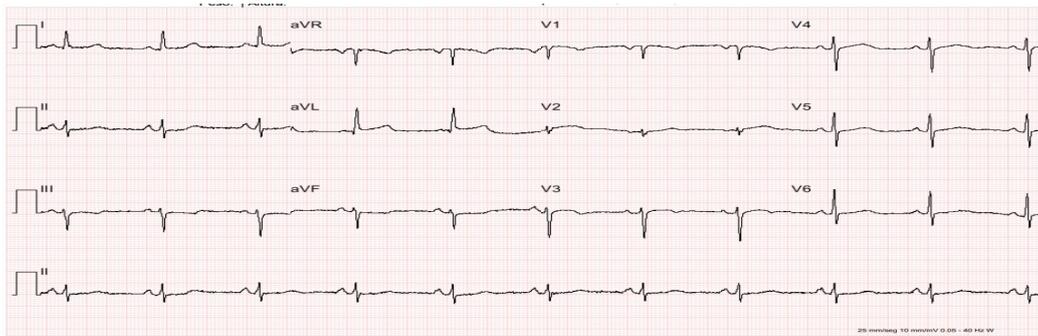


Figura 19. O ECG onde aVL é positivo e DII, DIII e aVf apresentam o padrão de rS, sinal de desvio do eixo pra esquerda afastando-se das derivações que estão observando a parte inferior.

Hora de calcular a frequência cardíaca

A velocidade com que o papel de eletrocardiograma se movimenta é a de 25mm/s, logo em 60 segundos (01 minuto), o papel terá caminhado 1500 milímetros. O papel utilizado é dividido em quadrados minúsculos com 1 milímetro.

O tempo gasto para percorrer 1 quadrado é de 0,04m/s obtido pelo simples cálculo a dividindo a seguir: $1500/60= 0,04m/s$.

Assim quanto mais lenta estiver a frequência cardíaca maior será a distância entre um batimento e outro, enquanto nas taquicardias essa distância será menor, veja as figuras (10-12).

Observando a amplitude

A amplitude nada mais é que a altura da onda, nesse momento é importante entender que amplitudes maiores estarão relacionadas as sobrecargas, maior esforço cardíaco, enquanto amplitudes menores, poderá ocorrer secundária a insuficiência cardíaca (diminuição da capacidade cardíaca), derrame pericárdico (líquido é mal condutor de corrente elétrica), obesidade (gordura é isolante elétrico) e outras alterações como doença pulmonar obstrutiva crônica.

Todas as ondas devem ser avaliadas quanto a sua amplitude, não sendo exclusivo do QRS, isso ajudará a diagnosticar as sobrecargas atriais, distúrbios eletrolíticos ou isquemia. Mas não serão abordados nesse volume. Apenas deve ser entendido que a avaliação da amplitude será diferente em cada derivação (Figura 20).

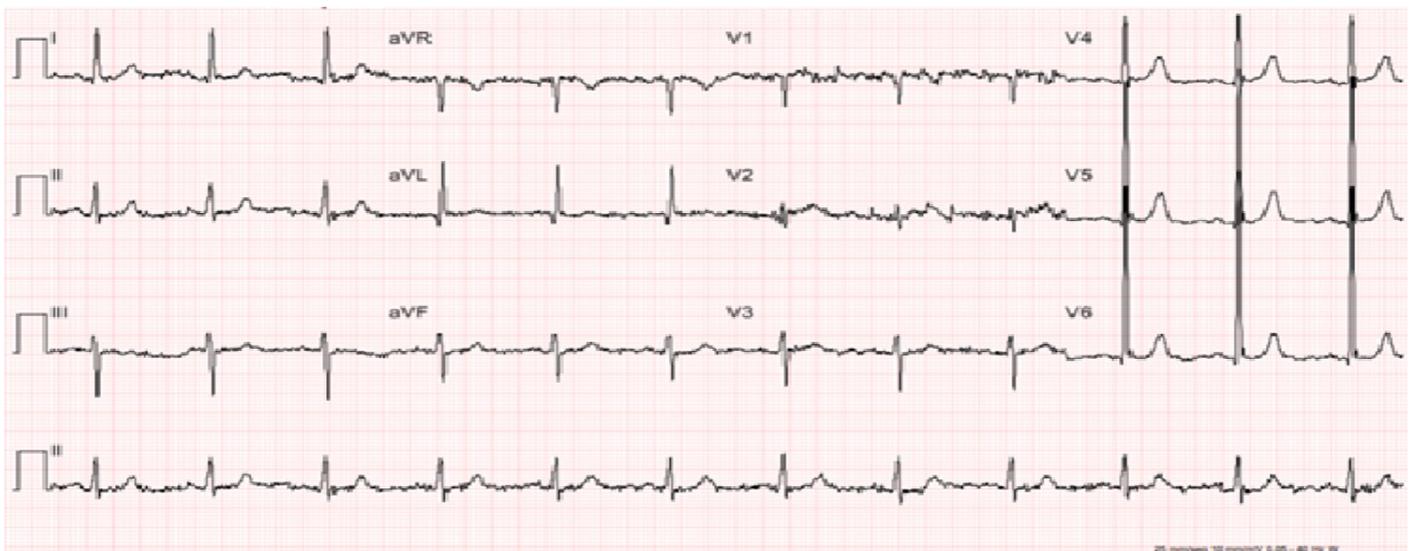
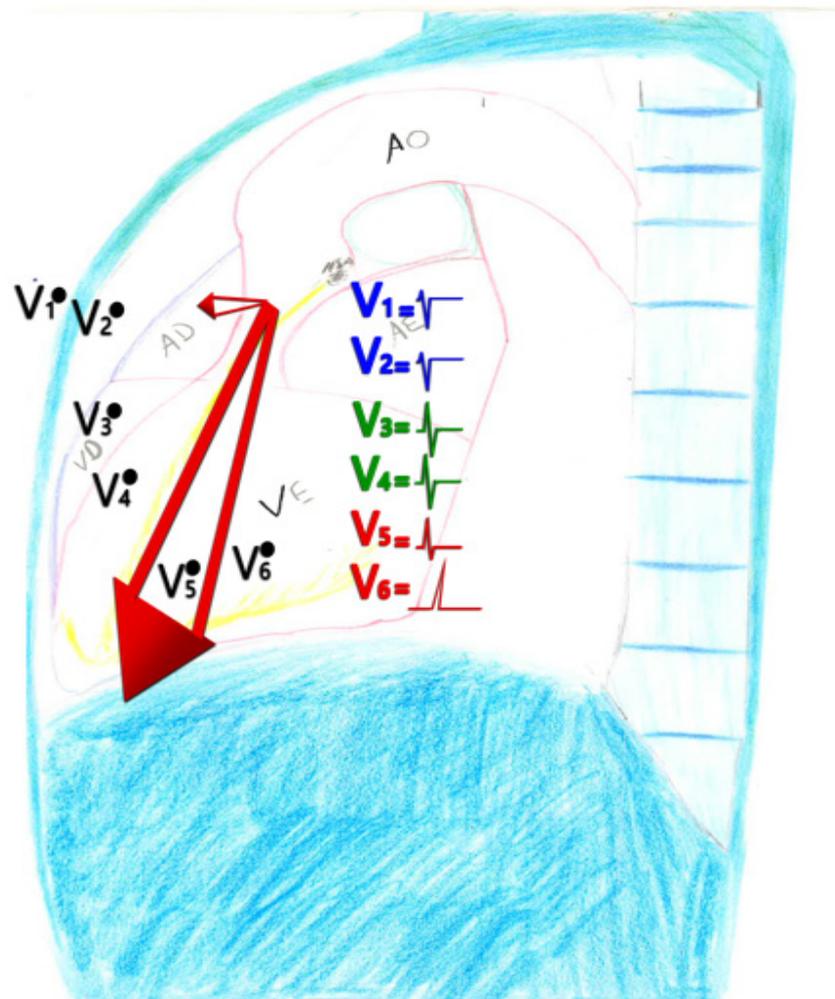


Figura 20. Sobrecarga vista com aVL maior que 11 mm de altura e S de V1 + R de V5 ou R de V6 maior que 35.

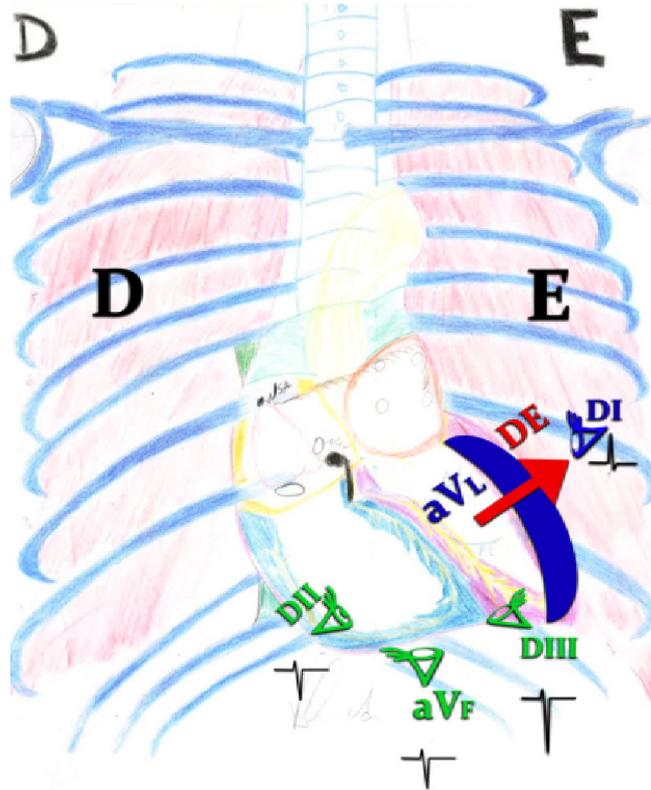


Figura 21. A aVL recebe a energia gerada pelo ventrículo esquerdo, assim como V5 e V6, por isso as ondas R serão maiores nessas derivações

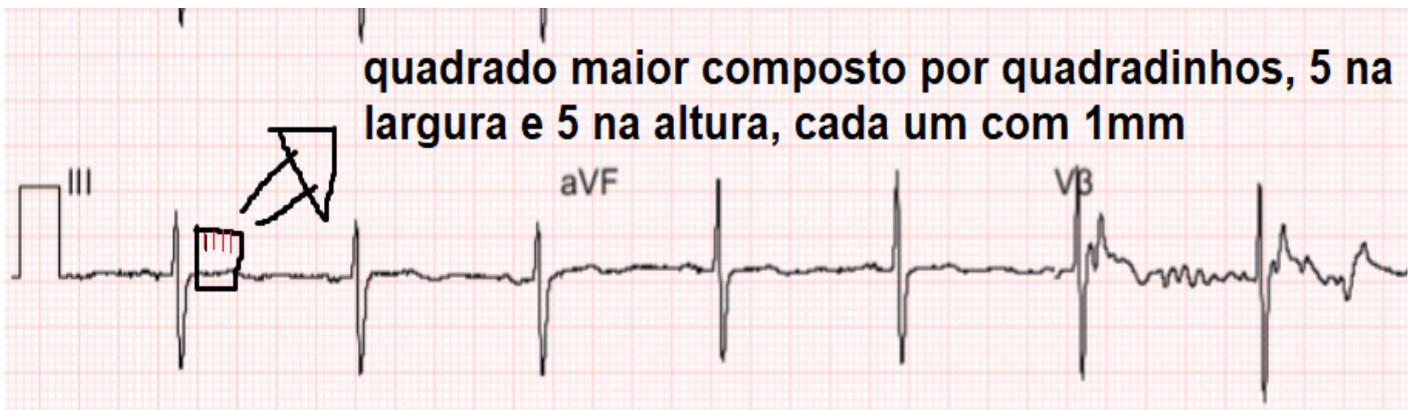


Figura 22. A função do papel quadriculado é a de gerar meios para calcular as variações eletrocardiográficas

Segmento ST e a observação de isquemia

O segmento ST é o período de início do relaxamento ventricular, é onde consegue observar as alterações de isquemia miocárdica e alguns distúrbios hidroelétricos.

O nível do segmento ST tem que seguir o mesmo nível do PR, e a onda T tem uma característica de ser assimétrica, subindo lentamente e descendo rápida (Figura 23).



Figura 23. Análise da onda T sobe lento e desce rápido.

Áreas eletricamente inativas

As áreas eletricamente inativas não serão abordadas nesse volume, ficando então para aprofundamento no volume seguinte, INTERMEDIÁRIO.

REFERÊNCIAS

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes Brasileiras da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos. **Arq. Bras. Cardiol.** vol.106 no.4 supl.1 São Paulo Apr. 2016.

WELLENS, H. J. J., **ECG na Tomada de Decisão em Emergência**, 2ª edição, Editora Revinter Ltda. 2007

MOFFA, P. C. R. S., **Tranchesí, Eletrocardiograma normal e patológico**, 7ª edição, Editora Roca Ltda. 2001.

MACHADO, S. H., FILHO, W. L. L. A leitura em material impresso e digital: a perspectiva das neurociências e as implicações para a aprendizagem e visão de mundo do sujeito. São Luiz, **Revista Educação e Emancipação**, v 11, n 2, maio\ago. 2018.

ROTTA, N. T. et al. **Neurologia e Aprendizagem: Abordagem multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda, 2016.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e Educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Vol. 8, num 03, novembro, 2010, pag. 537-550.

CONSENZA, R. M. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Esse manual visa orientar o uso do eletrocardiograma e suas funções. Desmistificando as barreiras do seu uso devido a sua complexidade. Portanto, o objetivo dessa obra é simplificar a condução do eletrocardiograma junto aos profissionais da saúde.

