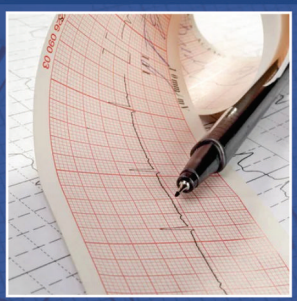
cardiopapers.com.br

Manual de Eletrocardiografia

Cardiopapers

Eduardo Cavalcanti Lapa Santos
Fernando Côrtes Remisio Figuinha
Fabio Mastrocola
André Gustavo Santos Lima

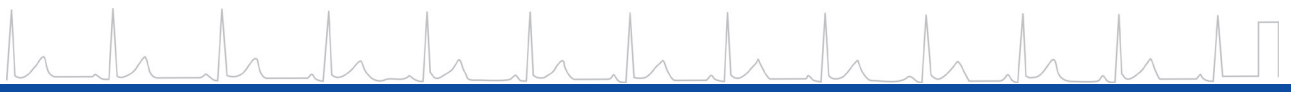


2ª Edição

BEST SELLER

Atheneu



Manual de Eletrocardiografia **Cardiopapers**

2ª Edição


SAL
SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO LEITOR
Tel.: 08000267753
www.atheneu.com.br
(21) 99165-6798
Facebook.com/editoraatheneu
Twitter.com/editoraatheneu
Youtube.com/atheneueditora

Manual de Eletrocardiografia Cardiopapers

2ª Edição

Editores

Eduardo Cavalcanti Lapa Santos

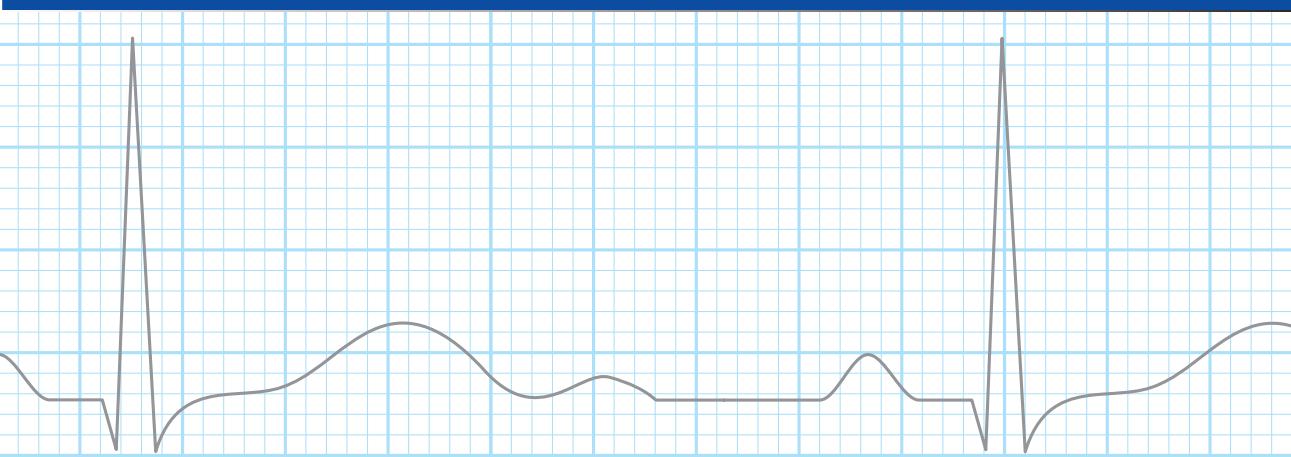
Fabio Mastrocola

Fernando Côrtes Remisio Figuinha

André Gustavo Santos Lima

Revisor Científico

Francisco Faustino França



Atheneu

1 Como Entender os Princípios Básicos da Eletrocardiografia de Forma Simples

Eduardo Cavalcanti Lapa Santos
Fabio Mastrocola
Ivson Cartaxo Braga

INTRODUÇÃO

- De forma geral, o maior obstáculo ao aprendizado da eletrocardiografia é a dificuldade em entender os aspectos básicos envolvidos, como a fisiologia, conceitos sobre vetores, eixo elétrico, entre outros. Essa dificuldade se deve, em parte, pela forma como o ensino da eletrocardiografia é realizado nas faculdades, geralmente expondo, em poucas horas de aulas teóricas, conhecimentos de eletrodinâmica sem uma sequência clara e didática, sem um treinamento prático e sem uma correlação dos achados eletrocardiográficos com exemplos da prática clínica (Figura 1.1).

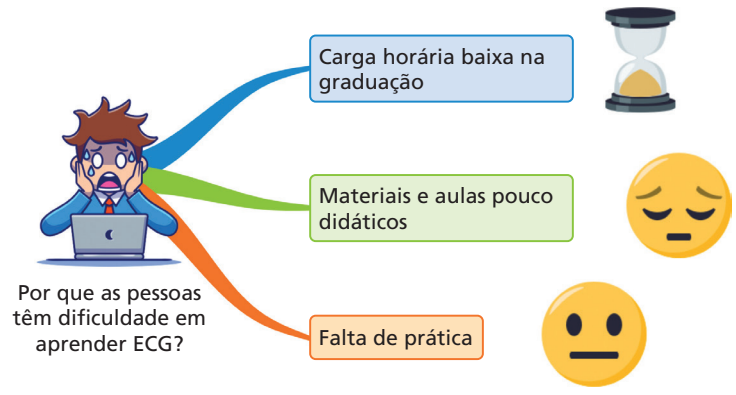


FIGURA 1.1 – Principais motivos que tornam difícil o aprendizado do eletrocardiograma.

- Neste primeiro capítulo tentaremos mostrar esses conceitos da maneira mais didática possível, de forma que mesmo a pessoa que não possui nenhum conhecimento prévio sobre eletrocardiograma (ECG) possa entendê-los.
- Para iniciar, há três conceitos fundamentais a serem compreendidos (Figura 1.2):
  1. O coração é capaz de produzir energia elétrica.
  2. A energia elétrica gerada pelo coração pode ser captada na superfície do corpo por eletrodos.
  3. A energia captada pode dar informações sobre a anatomia e o funcionamento do coração.

  Vamos começar pelo primeiro item.

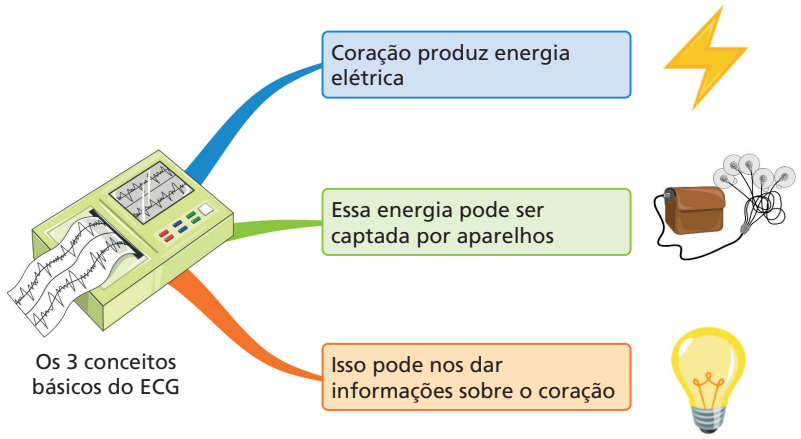


FIGURA 1.2 – Conceitos iniciais para a compreensão do eletrocardiograma.

O coração é capaz de produzir energia elétrica

- Provavelmente, todos já escutaram a célebre frase do cientista Antoine Lavoisier: "Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma". Este conceito pode ajudar na compreensão da geração da energia elétrica pelo coração.
- De forma geral, a energia elétrica é gerada pela transformação de um tipo de força/energia.

  Exemplo: como uma usina hidroelétrica produz energia? Basicamente, a força gerada pela queda da água de uma grande altura faz com que turbinas localizadas na parte inferior da estrutura girem. Essas, por sua vez, através de forças eletromagnéticas que fogem ao escopo deste livro, produzem energia elétrica. Ou seja, nada mais é do que a transformação de energia proveniente do movimento da água (cinética) em energia elétrica. Nada se criou, apenas foi transformado.
- Provavelmente, sempre que se pensa em um gerador elétrico, a primeira imagem que vem à mente é a de uma pilha, bateria ou algo similar. Mas, nesses casos, como exatamente a energia elétrica é produzida? Basicamente, a pilha é formada por duas soluções contendo

substâncias com cargas elétricas (eletrólitos). Uma das substâncias tem maior potencial de perder elétrons e a outra, de ganhar. Ao se combinar estas duas substâncias, ocorre um fluxo de elétrons de um lado para o outro.

Conceito: fluxo de elétrons entre duas soluções produz energia elétrica (Figura 1.3).

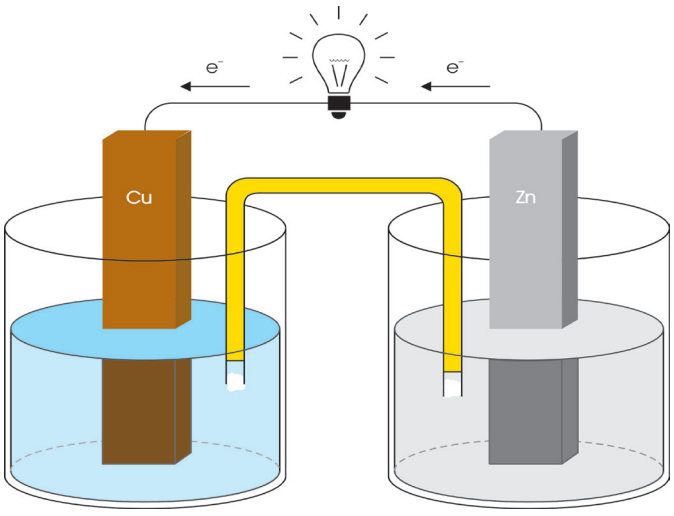


FIGURA 1.3 – Representação do funcionamento de uma pilha. Do lado esquerdo, temos uma solução que tende a receber elétrons (neste caso, uma solução de cobre) e, do lado direito, uma que tende a doar elétrons (neste caso, o zinco). Ao colocar uma ponte entre as duas soluções, com capacidade de permitir o transporte de elétrons, nota-se um fluxo de elétrons da direita para a esquerda. O lado que perde elétrons (direita) é chamado de polo negativo e o que ganha elétrons (esquerda), de positivo. Este fluxo de elétrons cria uma corrente elétrica, exemplificada na figura pelo acendimento de uma lâmpada elétrica.

- Basicamente, é através de mecanismo similar que o coração é capaz de gerar energia elétrica.
- Ao avaliar uma única célula cardíaca, nota-se que a membrana celular divide o que está fora da célula (extracelular) do que está dentro da célula (intracelular). Normalmente, há mais íons positivos fora da célula do que dentro dela.
- No estágio basal, a membrana celular é pouco permeável a estes íons e, dessa maneira, ela mantém a distribuição que vemos na Figura 1.4.
- O que ocorre é que, em dado momento, acontece a modificação das propriedades dessa membrana e ela passa a permitir um fluxo de íons nos dois sentidos. O que ocorre primeiro é um grande fluxo de sódio de fora (onde a concentração desse íon é maior) para dentro da célula.

DICA

Sempre que há passagem de um íon de um local mais concentrado para um local menos concentrado, há liberação de energia elétrica. Ou seja, a célula cardíaca gera energia elétrica devido ao fluxo de íons pela sua membrana.

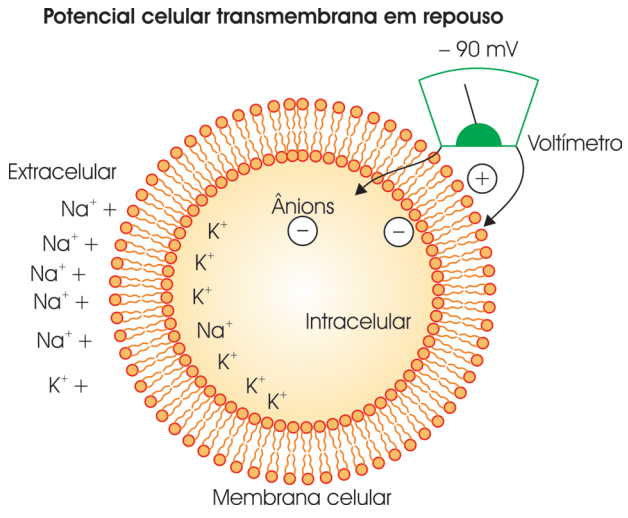


FIGURA 1.4 – Representação de uma célula cardíaca em repouso. Normalmente, há uma grande concentração de sódio no ambiente extracelular, sendo pequena a concentração de potássio. Já no intracelular, ocorre o inverso – grande concentração de potássio e pequena quantidade de sódio. Na soma geral, há mais íons positivos fora do que dentro da célula e, assim, se medirmos a voltagem dentro da célula, teremos um valor negativo se comparado ao meio extracelular.

- Como se dá este fluxo de íons pela célula? Ele ocorre na célula inteira de uma só vez? Na verdade, não. O influxo de sódio inicia-se em uma determinada parte da célula e depois vai se propagando para as regiões adjacentes, até que toda a célula mude a sua polaridade (antes era negativa dentro e positiva fora e, ao final do processo, passa a ser positiva dentro e negativa fora). A esse processo de mudança na polarização da célula dá-se o nome de despolarização (Figura 1.5).
- Já entendemos o primeiro conceito, de que o coração é capaz de gerar energia elétrica. Vimos também, de forma sucinta, como isso ocorre. Mas, para quê o coração precisa gerar energia elétrica? Bem, a função mecânica final do coração é similar à de uma bomba hidráulica. Ou seja, o músculo cardíaco deve contrair para conseguir ejetar o sangue localizado dentro do coração para fora dele. Mas como é que as células sabem a hora exata de contrair? Como elas sabem que precisam contrair todas juntas em um dado momento? Basicamente, quem faz isso é a corrente elétrica que trafega por dentro do coração. Por isso, as células cardíacas precisam gerar energia elétrica. Para que esta energia, em última instância, se transforme em energia mecânica (contração do músculo cardíaco).
- Lembra-se da frase de Lavoisier, logo no começo do capítulo? Pois é. Nada mais é que um exemplo dela. Vemos então que, primeiro, o transporte de íons através das membranas das células cardíacas gera corrente elétrica. Essa, por sua vez, vai gerar contração das células musculares cardíacas.
- Fazendo outra analogia, podemos afirmar que a célula cardíaca, em seu estado basal (positiva fora e negativa dentro), funcionaria como uma bateria carregada. No momento em que ocorre a despolarização da célula com a entrada do sódio e a inversão da polaridade com consequente produção de energia elétrica, é como se a bateria tivesse se descarregado.

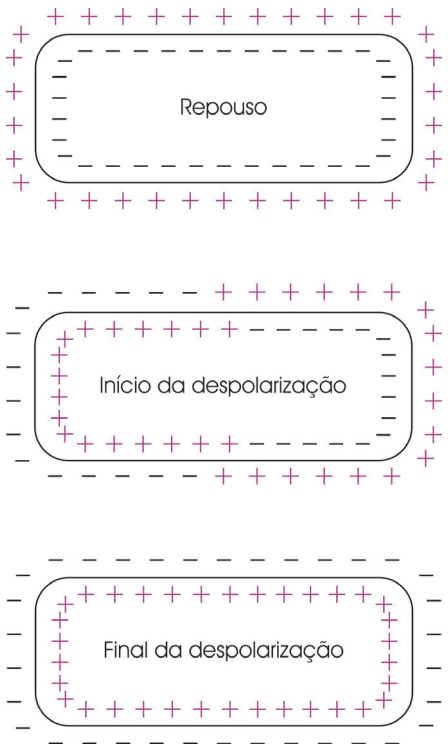


FIGURA 1.5 – Esquematização de como se dá a despolarização da célula cardíaca. O processo inicia-se em uma parte da célula e, depois, vai se deflagrando para as partes adjacentes até que toda a polaridade do meio intracelular tenha sido invertida.

- Voltando para o coração, um mecanismo similar precisa ocorrer. A célula cardíaca em repouso é considerada como a bateria carregada. Na hora que ela descarrega (despolarização), energia elétrica é liberada para, então, fazer com que aquela célula consiga funcionar, ou seja, contrair-se. Após ter se despolarizado, é como se a bateria tivesse descarregado. O problema é que o coração contrai de 50 a 100 vezes por minuto. Ou seja, a "bateria" tem que ser recarregada com frequência. Como é que a célula se recarrega? Como ela pode voltar para o estado basal de ser mais positiva fora e mais negativa dentro? Basicamente, pelo mesmo mecanismo da despolarização, mas em sentido inverso. Ao invés de entrarem íons positivos para a célula, vão sair íons positivos para o ambiente extracelular. Para simplificar, o principal íon positivo que sai da célula neste processo é o potássio. Ocorre, então, o restabelecimento das cargas elétricas da célula, na mesma sequência em que ocorre a despolarização. E qual o nome que se dá a este processo de restabelecimento das cargas elétricas da célula? Repolarização.
- Fazendo a analogia com a bateria: bateria descarregando = despolarização da célula. Bateria recarregando = repolarização da célula.
- A porção da célula que primeiro se despolarizou também será a primeira a se repolarizar (Figura 1.6).

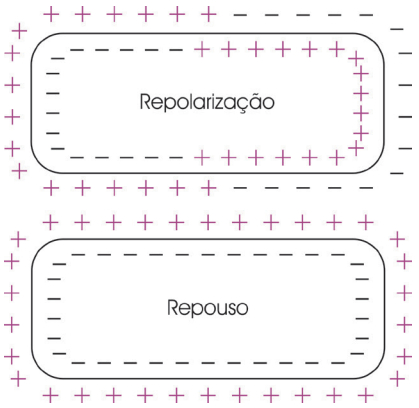


FIGURA 1.6 – Esquematização de como se dá a repolarização da célula cardíaca. O processo inicia-se na mesma parte da célula em que começou a despolarização (no caso acima, da esquerda para a direita).

- Antes de encerrarmos este primeiro tópico, vamos apenas detalhar melhor a questão do fluxo dos íons através da membrana celular. Previamente, resumimos este processo, razoavelmente complexo, dizendo que a despolarização celular ocorre pela entrada de sódio na célula e a repolarização, pela saída de potássio. Vamos colocar agora o processo completo, em maiores detalhes.
- Se considerarmos que o exterior da célula é o nosso referencial em termos de carga elétrica, ao colocarmos um minúsculo eletrodo dentro da célula, vamos perceber que esta possui uma voltagem negativa, geralmente ao redor de -90 mV (Figura 1.7).

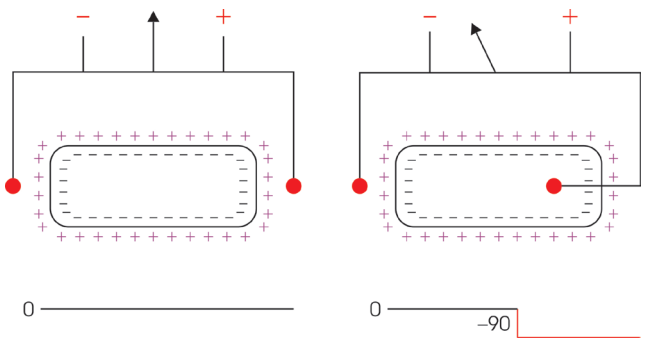


FIGURA 1.7 – Na figura da esquerda está se medindo a voltagem fora da célula. Como esta região será o referencial, a voltagem é considerada zero. Na figura da direita, colocou-se o eletrodo no interior da célula, havendo então a mensuração de uma voltagem negativa (- 90 mV).

- Quando ocorre a despolarização da célula contrátil cardíaca, há um grande influxo de sódio para dentro da célula. Como o sódio tem carga positiva, ocorre uma rápida positivação da voltagem no interior da célula cardíaca. Dá-se a isso o nome de fase 0 (zero) do potencial de ação (Figura 1.8).

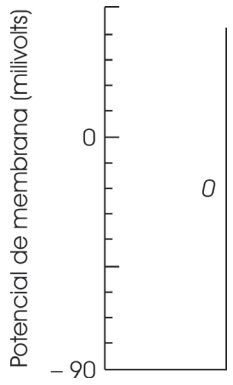


FIGURA 1.8 – A rápida entrada de íons de sódio faz com que a voltagem no interior da célula saia de -90 mV para valores positivos. Tal processo corresponde à fase 0 do potencial de ação.

A fase 0 corresponde à despolarização da célula.

- Após a despolarização da célula, ocorre a interrupção da entrada de íons de sódio e inicia-se a saída de íons de potássio. Como esses possuem carga positiva e estão deixando a célula, a voltagem no interior dela fica um pouco menos positiva. Tal fato origina a chamada fase 1 do potencial de ação (Figura 1.9).

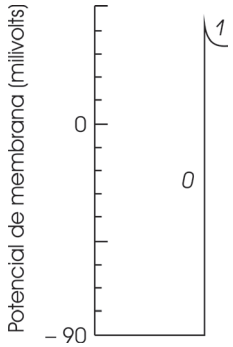


FIGURA 1.9 – A saída de íons de potássio gera a fase 1 do potencial de ação.

- Inicia-se, então, a entrada de íons de cálcio na célula ao mesmo tempo em que segue a saída de íons de potássio. Como está ocorrendo a entrada de íons positivos (cálcio) ao mesmo tempo em que prossegue a saída de íons positivos (potássio) com intensidade similar, o potencial de ação pouco se altera na fase seguinte, chamada de fase 2 do potencial de ação (Figura 1.10).
- Na etapa seguinte (fase 3), a entrada de íons de cálcio na célula acaba e, basicamente, permanece a saída de íons de potássio. Isto faz com que a voltagem no interior da célula diminua progressivamente até atingir o nível basal (-90 mV) (Figura 1.11).

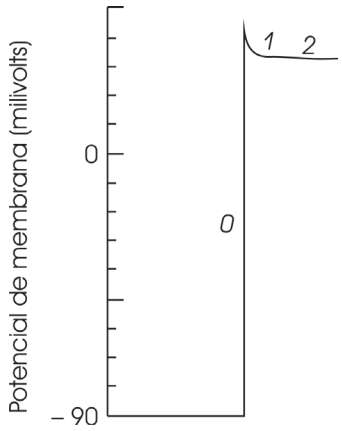


FIGURA 1.10 – Na fase 2, a saída de íons de potássio da célula é contrabalanceada pela entrada de íons de cálcio. Isso faz com que a voltagem no interior da célula fique estável neste período.

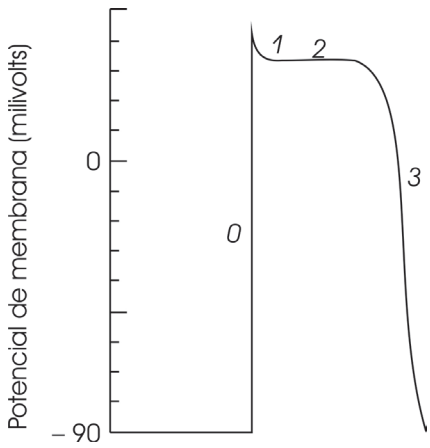


FIGURA 1.11 – A saída de íons de potássio gera a fase 3 do potencial de ação.

- Ao voltar para a voltagem basal, inicia-se a chamada fase 4, que irá durar até começar outra despolarização da célula (Figura 1.12).
- O potencial de ação, mostrado anteriormente com as 4 fases, é característico das células de resposta rápida, que estão presentes na musculatura dos átrios e ventrículos (cardiomiócitos) e nas fibras de Purkinje.
- Existem, ainda, as células de resposta lenta, como as do nó sinusal e do nó atrioventricular, que possuem uma fase 0 com ascensão lenta, ocasionada pela entrada de cálcio e não do sódio, como ocorre nas células de resposta rápida, além de não apresentarem as fases 1 e 2 (ausência de platô).

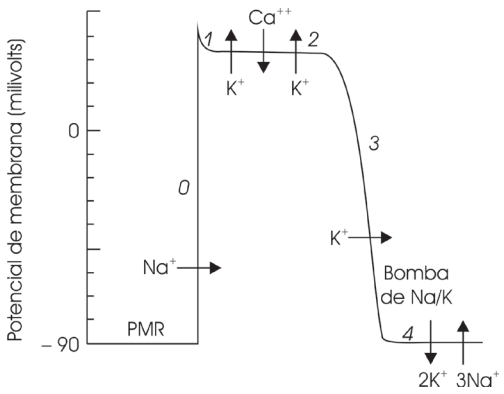


FIGURA 1.12 – Representação do potencial de ação da célula de resposta rápida. PMR: potencial da membrana em repouso.

Resumo do que vimos até agora

- Em seu estágio basal, a célula cardíaca tem mais íons positivos no seu exterior do que em seu interior.
- Isso faz com que a voltagem medida dentro da célula cardíaca seja negativa.
- A célula cardíaca é capaz de gerar energia elétrica através dos elétrons que são liberados quando ocorre fluxo de íons através de sua membrana celular.
- A despolarização da célula cardíaca ocorre devido à entrada de íons de sódio no seu interior.
- Despolarização da célula = bateria sendo descarregada. Libera energia para que o coração possa realizar sua função (contração cardíaca).
- A repolarização da célula cardíaca ocorre, majoritariamente, pela saída de íons de potássio da célula.
- Repolarização da célula = bateria sendo recarregada.

- Outra característica marcante dessas células é o aumento gradual da fase 4, causado pela diminuição da permeabilidade ao potássio, com seu acúmulo no interior da célula e entrada cíclica do cálcio, até atingir um limiar que deflagra um novo potencial de ação.
- Essa fase é chamada de despolarização diastólica espontânea, responsável pela propriedade denominada automatismo cardíaco (capacidade de gerar seu próprio impulso elétrico e despolarizar-se, sem depender de um estímulo externo) (Figura 1.13).
- Como o nó sinusal se despolariza mais rapidamente que as outras células, ele é o marca-passo do coração (acaba por inibir as outras células automáticas) e determina a frequência cardíaca.
- As células cardíacas apresentam quatro propriedades básicas: automatismo, condutibilidade, excitabilidade e contratilidade (Ver Tabela 1.1).
- Isto encerra o primeiro tópico que temos que dominar neste capítulo: o coração é capaz de gerar energia elétrica.
- Antes de irmos para os dois outros pontos citados no começo do capítulo, vamos fazer um adendo que facilitará bastante a compreensão do leitor.

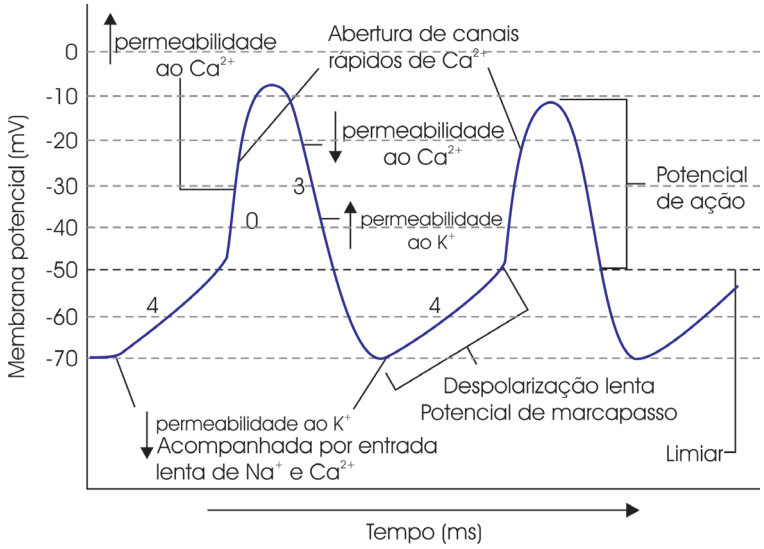


FIGURA 1.13 – Potencial de ação das células de resposta lenta.

Tabela 1.1 – Propriedades das células cardíacas
Automatismo (cronotropismo)
É a capacidade do coração iniciar um impulso elétrico de maneira espontânea e gerar seus próprios batimentos, normalmente através das células P do nó sinusal. Apesar das células cardíacas não dependerem de um estímulo nervoso externo para gerar a contração, o sistema nervoso autônomo pode acelerar os batimentos (simpático) ou retardá-los (parassimpático).
Condutibilidade (dromotropismo)
É a capacidade das células transmitirem o impulso elétrico para as células adjacentes. É desta forma que o estímulo gerado no nó sinusal se propagará e levará a despolarização das demais células cardíacas. A estimulação parassimpática pode reduzir a condutibilidade e a simpática, acelerá-la.
Excitabilidade (batmotropismo)
É propriedade da célula responder a certos estímulos elétricos, químicos ou mecânicos, ou seja, a célula também sofre influência de diversos fatores externos, como o sistema nervoso autônomo, alterações nos níveis de eletrólitos, pH, hipóxia, entre outros. Esta capacidade obedece à lei do tudo ou nada, com a célula só despolarizando se ultrapassar uma intensidade mínima de estímulo (chamado de limiar). A resposta contrátil não depende da intensidade do estímulo desde que este ultrapasse o limiar. Outra característica importante é que a célula, após despolarizar, só responderá a um novo estímulo após determinado intervalo de tempo, chamado de período refratário. No período refratário absoluto (PRA) que vai do início da fase 0 até a fase 3 (Figura 1.12) a célula torna-se inexcitável, em seguida vem o período refratário relativo (PRR), no qual a célula pode responder a um estímulo, mas este precisará ter uma intensidade maior que a usual. Este período é vulnerável ao aparecimento de arritmias ventriculares potencialmente fatais. Por último, antes da célula voltar ao seu estado basal, temos o período supernormal (PSN), no qual estímulos subliminares podem desencadear um novo potencial de ação (Figura 1.14).
Contratilidade (inotropismo)
Capacidade que os cardiomiócitos têm de encurtar suas fibras em resposta a um estímulo.

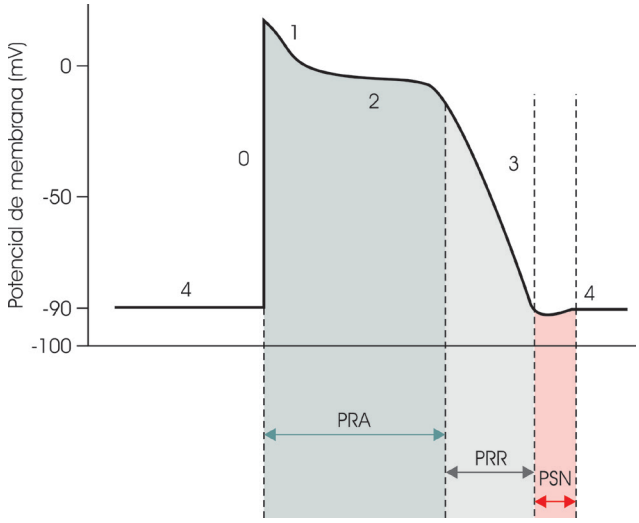


FIGURA 1.14 – Potencial de ação e períodos refratários das células de resposta rápida. PRA: período refratário absoluto; PRR: período refratário relativo; PSN: período supernormal.

Adendo – noções práticas sobre vetores

- Façamos uma analogia: imagine que você está em um estádio de futebol durante a noite, completamente escuro e que há uma ambulância com os faróis apagados e com a sirene ligada trafegando no campo. Você não consegue enxergar a ambulância na escuridão. Será possível, então, definir para onde a ambulância está se movimentando? (Figura 1.15)
- Obviamente, isso não poderá ser feito pela visão; a escuridão é completa, mas é possível, sim, ter uma noção da movimentação do veículo através do barulho de sua sirene. Como se sabe, à medida que uma ambulância se aproxima de uma pessoa, o som que esta escuta fica cada vez mais agudo. Quando ela se afasta, o contrário ocorre e o som torna-se cada vez mais grave.
- Imagine então que nós colocamos 3 pessoas espalhadas ao redor do campo (Figura 1.16).

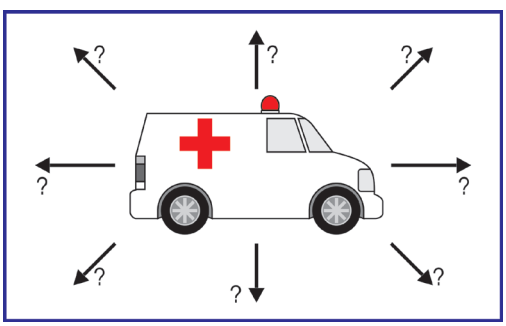


FIGURA 1.15 – Como saber para onde a ambulância está indo se não é possível enxergá-la?

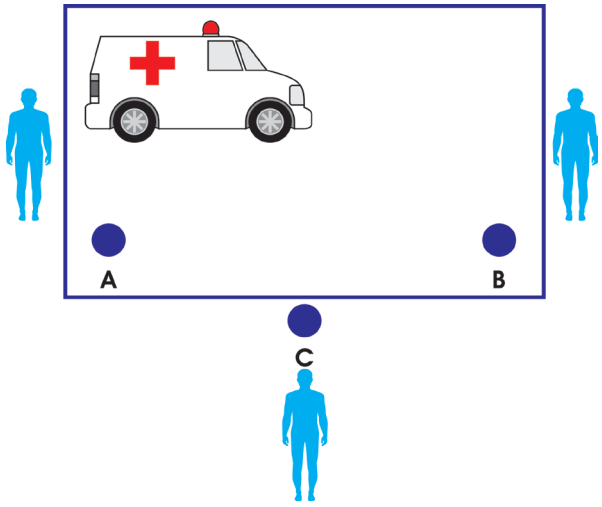


FIGURA 1.16 – Primeiro passo, distribuir pessoas ao redor do campo.

- Podemos, então, pedir para que cada pessoa faça uma representação gráfica do que está escutando. Caso o som da ambulância esteja ficando cada vez mais agudo, a pessoa desenha uma onda positiva (para cima). Se o som estiver ficando cada vez mais grave (ambulância se distanciando), a pessoa faz uma curva para baixo (negativa). Por fim, se o som estiver inicialmente ficando mais agudo e, em um segundo momento, mais grave, a pessoa faz uma curva com a parte inicial para cima (positiva) e a parte final para baixo (negativa). Considerando que a ambulância estivesse saindo da esquerda para a direita, teríamos o que se vê na Figura 1.17.
- Ou seja, nesse caso não conseguimos ver o movimento de fato da ambulância devido à falta de luz no estádio, mas através de um outro dado (som), e com a ajuda de pessoas localizadas em diferentes pontos, podemos inferir como a ambulância está se movimentando no espaço do campo.
- Na Figura 1.17, podemos resumir o movimento da ambulância através da seta localizada logo à sua frente. Esta representação nada mais é do que o que os físicos usam para exemplificar um vetor. O que é isto exatamente? Qualquer força que tenha amplitude, direção e sentido pode ser representada por um vetor. Para simplificar: no exemplo dado, o som da ambulância tem uma amplitude (quanto maior o volume da sirene, maior a sua amplitude), tem uma direção (no caso mostrado a direção é horizontal) e tem um sentido (no caso mostrado, da esquerda para a direita).
- Esse conceito de vetor será uma das bases fundamentais para interpretarmos os traçados de eletrocardiograma.
- A célula cardíaca quando se despolariza também gera um vetor. Conceitualmente, diz-se em fisiologia que o vetor gerado pela energia produzida pela célula aponta para o lado da carga positiva. Então, se relembrarmos a figura da despolarização celular vista previamente, teríamos o que se vê na Figura 1.18.
- Já na repolarização da célula, o vetor costuma ter sentido contrário, como pode ser visto na Figura 1.19.

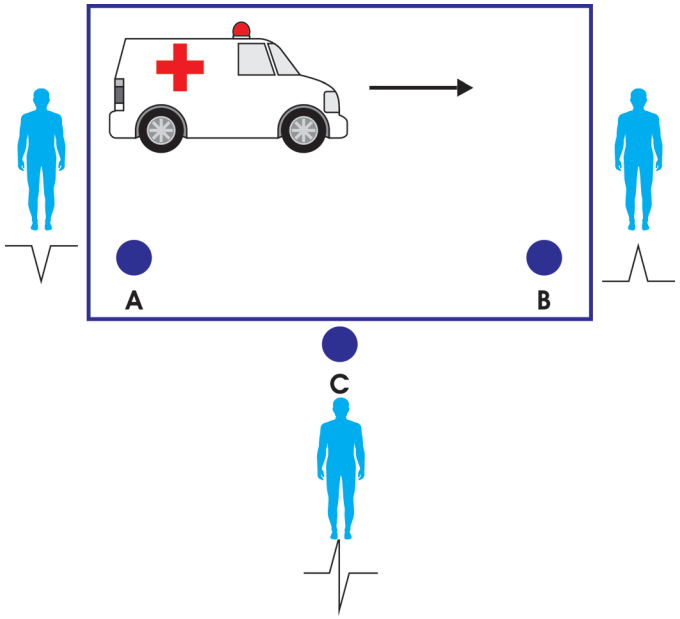


FIGURA 1.17 – Segundo passo, pedir para que essas pessoas representem em um gráfico o que estão ouvindo. Caso a ambulância esteja se aproximando, desenha-se uma onda positiva. Caso esteja se afastando, faz-se uma onda negativa.



FIGURA 1.18 – Sentido do vetor gerado pela ativação (despolarização) celular.



FIGURA 1.19 – Sentido do vetor gerado pela repolarização celular.

- Acabando esse adendo, vamos voltar para o segundo ponto dos três conceitos fundamentais sobre ECG que citamos no início do capítulo. Mais à frente, iremos comparar o exemplo da ambulância ao coração.

A energia elétrica gerada pelo coração pode ser captada na superfície do corpo por eletrodos

- Vimos que o coração é capaz de gerar energia elétrica. Esta energia, contudo, é de pequena intensidade, sendo medida em milivolts (mV).
- A energia elétrica é bem conduzida por metais e por soluções eletrolíticas. No corpo humano, a energia produzida trafega através das soluções eletrolíticas presentes dentro e fora das células.
- Por que não sentimos a energia elétrica produzida pelo corpo ao tocar a pele de uma pessoa? Por dois motivos: primeiro, como já dito, a energia produzida pelas células é de amplitude bastante baixa. Segundo, o ar que circunda a pele é um excelente isolante elétrico.
- Então, como poderíamos captar a energia elétrica vinda do coração sem ter que colocar algum tipo de dispositivo dentro deste órgão? A resposta é simples: colocando um solução eletrolítica e/ou metal na superfície da pele. Como esses dois são bons condutores, permitiriam que a energia elétrica se propagasse do corpo humano para algum tipo de aparelho que conseguisse medir as variações nessa energia.
- Foi exatamente isso que fez Willem Einthoven, o "pai" da eletrocardiografia, em 1903. Colocando os dois braços e uma perna de um indivíduo imersos em soluções salinas (hidroeletrolíticas), ele conseguiu com que uma máquina conseguisse registrar em papel as variações de energia elétrica produzidas pelo coração. Por esse feito, o cientista recebeu o prêmio Nobel de Medicina em 1924.
- A máquina de Einthoven pesava quase 300 kg e, obviamente, não era prática para o uso clínico. Mas os princípios do eletrocardiograma atual estavam todos lá.
- Com o passar dos anos a tecnologia foi tornando os aparelhos cada vez menores. Os grandes baldes de soluções salinas foram substituídos por pequenos eletrodos metálicos colocados sobre os membros e o tórax do paciente. Entre os eletrodos e a pele do paciente, é interposto um gel contendo soluções eletrolíticas para facilitar ainda mais a condução da energia elétrica.
- Antes de irmos para o terceiro conceito fundamental sobre eletrocardiografia, vale a pena lembrarmos da nossa metáfora da ambulância. Lá, possuíamos um objeto (ambulância) se movimentando em um espaço (campo de futebol). Não conseguíamos enxergar a ambulância devido à escuridão, mas, através da audição de pessoas localizadas em diferentes partes do campo, era possível fazer representações gráficas do som da ambulância e ao final chegar a uma noção de como o veículo estava se movimentando (Tabela 1.2).
- No eletrocardiograma ocorre o mesmo: temos um objeto (coração) se movimentando em um espaço (tórax do paciente). Não conseguimos enxergar o coração (já que obviamente está dentro do corpo do paciente) mas, através de eletrodos localizados em diferentes partes do corpo, é possível fazer representações gráficas da energia emitida pelo coração e, ao final, chegar a uma noção de como o órgão está se movimentando.

Tabela 1.2 – Analogia comparativa de como a energia elétrica do coração pode ser captada pelos eletrodos do ECG, usando o exemplo de como a movimentação da ambulância em um estádio pode ser percebida por observadores em diferentes pontos.

	Analogia da ambulância	ECG
Objeto de interesse	Ambulância	Coração
Local onde está o objeto	Campo	Caixa torácica
O que se quer avaliar	Movimento da ambulância	Funcionamento do coração
Como "driblar" a limitação de não se ver o objeto?	Som	Energia elétrica
Quem capta os estímulos?	Pessoas ao redor do campo	Eletrodos na superfície do corpo do paciente

A energia elétrica captada pode dar informações sobre a anatomia e o funcionamento do coração

- Aplicando a analogia da ambulância ao coração, poderíamos mostrar o exemplo da Figura 1.20.
- Agora, imagine que fôssemos colocar eletrodos nos dois braços e em uma das pernas do paciente (Figura 1.21).
- Considerando que o movimento complexo da energia elétrica gerada pelo coração pudesse ser simplificado, para fins de ensino, em apenas um vetor como mostrado na Figura 1.22, teríamos os traçados que vemos nessa figura em cada eletrodo.

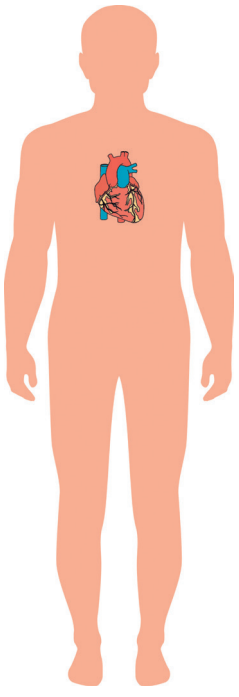


FIGURA 1.20 – Posicionamento do coração no tórax.

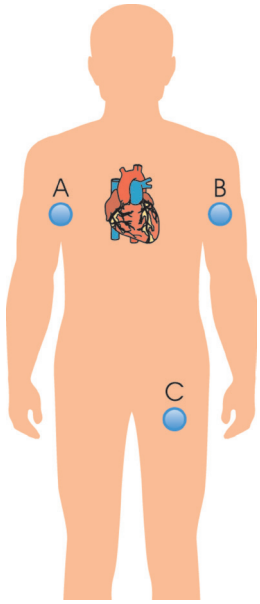


FIGURA 1.21 – Distribuição de eletrodos pelo corpo do paciente.

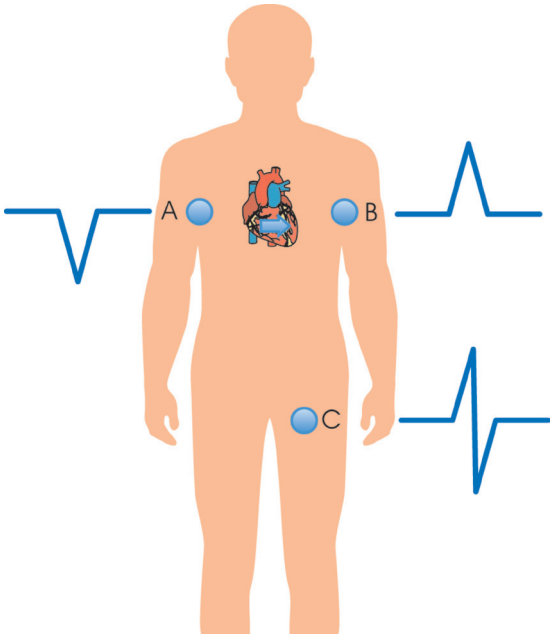


FIGURA 1.22 – Representação gráfica dos traçados obtidos por cada eletrodo referentes ao vetor gerado pelo coração.

- Ou seja, através de apenas três eletrodos colocados no paciente, podemos inferir que a energia elétrica que percorre o coração está se movimentando da direita do paciente (nossa esquerda) para o lado contralateral. Se colocarmos mais eletrodos, podemos saber se essa energia está indo para cima ou para baixo, para frente ou para trás etc.
- Terminada esta parte de conceitos básicos sobre coração como fonte geradora de energia e de como o eletrocardiograma capta essa energia e a transforma em traçados, vamos entender no próximo capítulo o que mostram as ondas vistas no eletrocardiograma.

LEITURAS SUGERIDAS

- Bayés de Luna A. Clinical Electrocardiography: a textbook, 4th edition. Chapter 1. The Electrical Activity of the Heart. 2012. DOI: 10.1002/9781118392041.
- Oliveira Neto NR. ECG: Ciência e aplicação Clínica, 1ª edição, 2016. Capítulo 1. Conceitos Básicos. São Paulo: Sarvier.
- Samesima N, God EG, Kruse JCL, Leal MG, Pinho C, França FFAC, Pimenta J, et al. Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre a Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos – 2022. Arq. Bras. Cardiol. 2022;119(4):638-80.
- Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine, 11th Edition, 2019; Chapter 12. Electrocardiography. New York: Saunders.