

DISCIPLINA: BIOENGENHARIA.

Renata Coelho Borges

renata.coelho@utfpr.edu.br

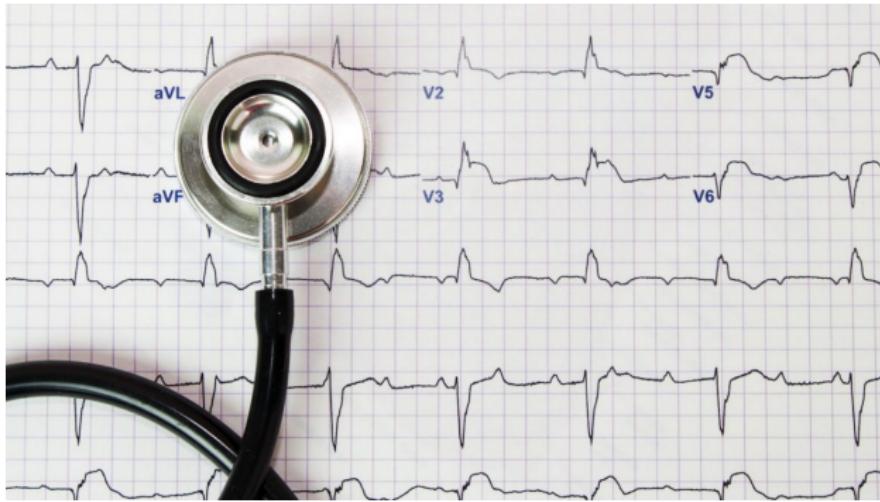
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Eletrocardiograma.

- 1 INTRODUÇÃO E VISÃO GERAL
- 2 ELETROCARDIOGRAMA
- 3 DOENÇAS CARDIOVASCULARES
- 4 PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE SINAIS DE ECG

INTRODUÇÃO E VISÃO GERAL

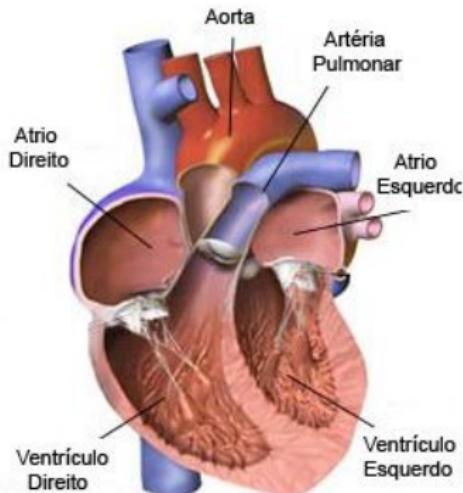
Um eletrocardiograma (identificado com as abreviações ECG e EKG) é a reprodução gráfica da atividade elétrica do coração durante o seu funcionamento, registada a partir da superfície do corpo.



- 1 INTRODUÇÃO E VISÃO GERAL**
- 2 ELETROCARDIOGRAMA**
- 3 DOENÇAS CARDIOVASCULARES**
- 4 PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE SINAIS DE ECG**

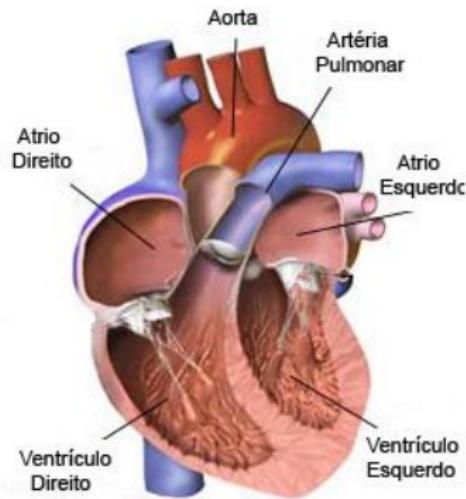
O CORAÇÃO

- **Nodo sino-atrial:** o NSA tem a função de auto-ritmicidade. É onde ocorre o **Potencial de Ação**. A ativação elétrica iniciada no NSA, é transmitida ao NAV através dos tratos internodais (anterior, médio e posterior) e interatrial (primeiro o átrio direito é ativado, e depois o esquerdo).



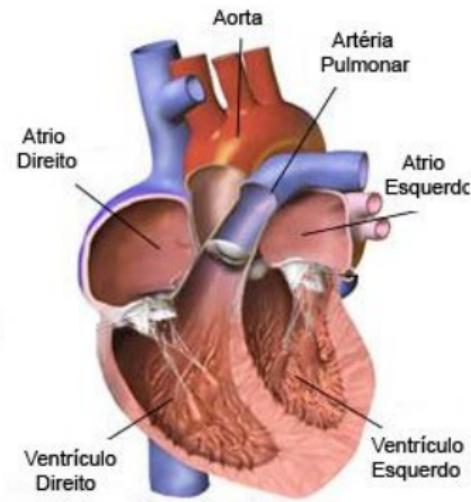
O CORAÇÃO

- **Nodo átrio-ventricular:** Quando a **despolarização** chega ao NAV, suas fibras retardam a condução antes que ela continue pelo feixe de His e pela rede de Purkinje. Isto é necessário para que não ocorra contração simultânea de átrios e ventrículos.



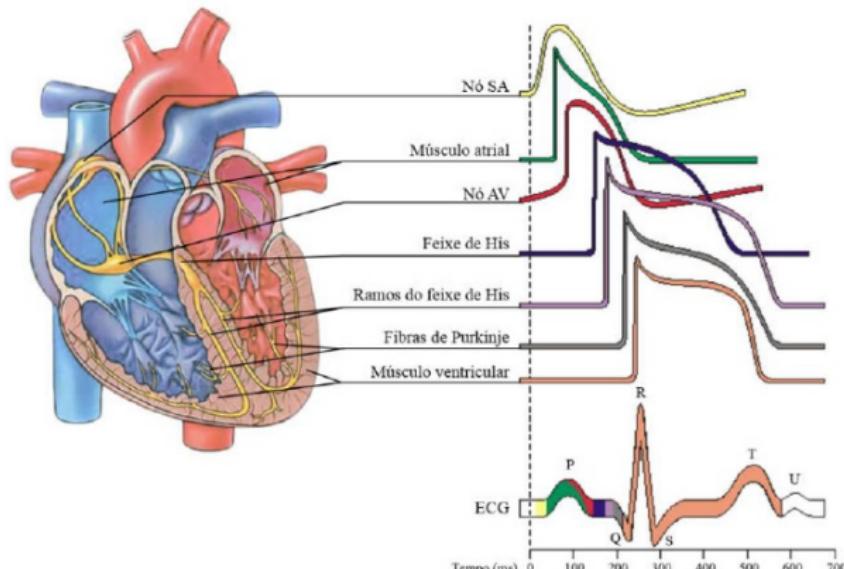
O CORAÇÃO

- **Rede de Purkinje:** as fibras de Purkinje apresentam velocidade de propagação alta, permitindo a contração efetiva dos ventrículos. Mais de 50% da massa ventricular é estimulada em aproximadamente 10ms.



POTENCIAIS ELÉTRICOS CARDÍACOS

- O sistema de condução especializado representa uma pequena porção da massa cardíaca. Assim, os átrios e os ventrículos são quem mais contribuem para o potencial elétrico captado externamente ao coração, sendo que cada tipo de tecido exibe um potencial de ação característico



BATIMENTO CARDÍACO

BATIMENTO CARDÍACO

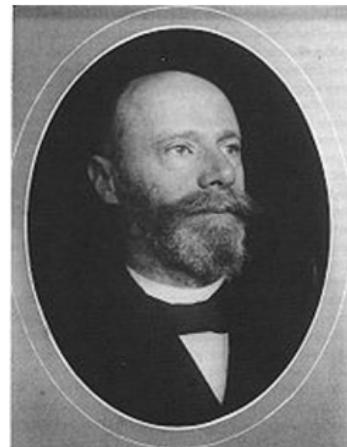
AQUISIÇÃO DO SINAL DE ECG

- Alguns sistemas de derivações para se posicionarem os eletrodos do ECG:
 - **Sistema de Einthoven** - montagem bipolar.
 - **Sistema de Wilson** - montagem unipolar.
 - **Sistema Goldberger** - montagem unipolar.

► Vídeo Ilustrativo do Processo da aquisição do ECG

HISTÓRICO

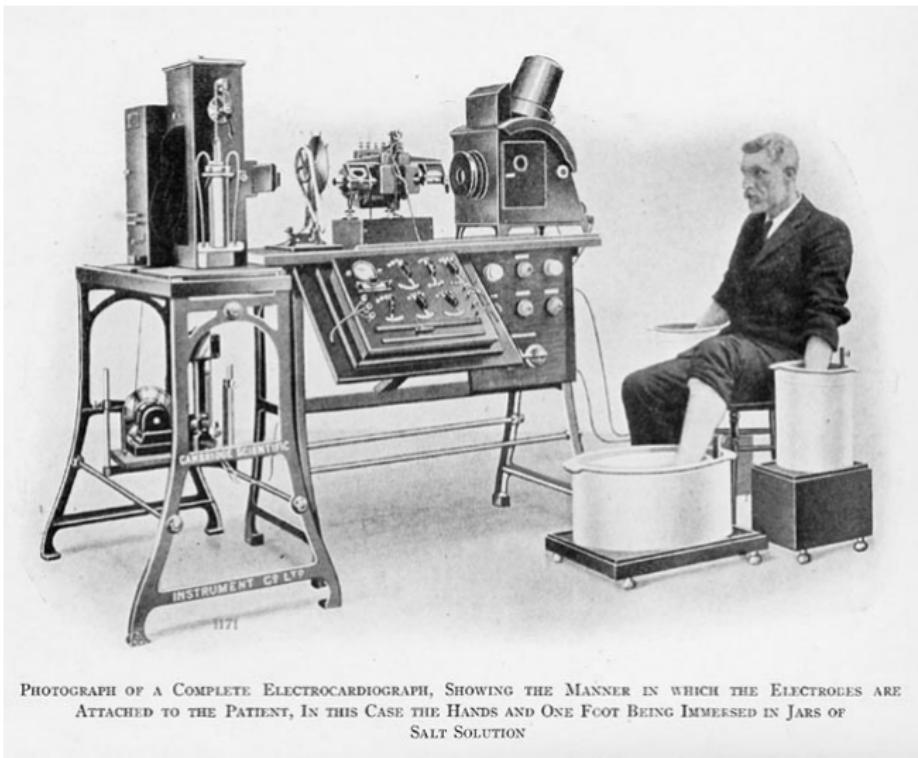
- Willem Einthoven.
- Fisiologista Holandes, nascido em Java (Samarang - Índias Holandesas do Leste), em 1860 - morreu em 1927 na Holanda.
- Primeiro ECG em 1903.
- Prêmio Nobel em 1924.



HISTÓRICO

- Antes de Einthoven já se sabia da atividade elétrica do coração, porém o registro era feito com eletrodos diretamente sobre o coração.
- Em 1901 deu-se o início dos registros.
- Protótipo pesava cerca de 300 Kg, necessitava 5 pessoas para a operação e água gelada para os eletromagnets.

HISTÓRICO - PRIMEIRO ECG

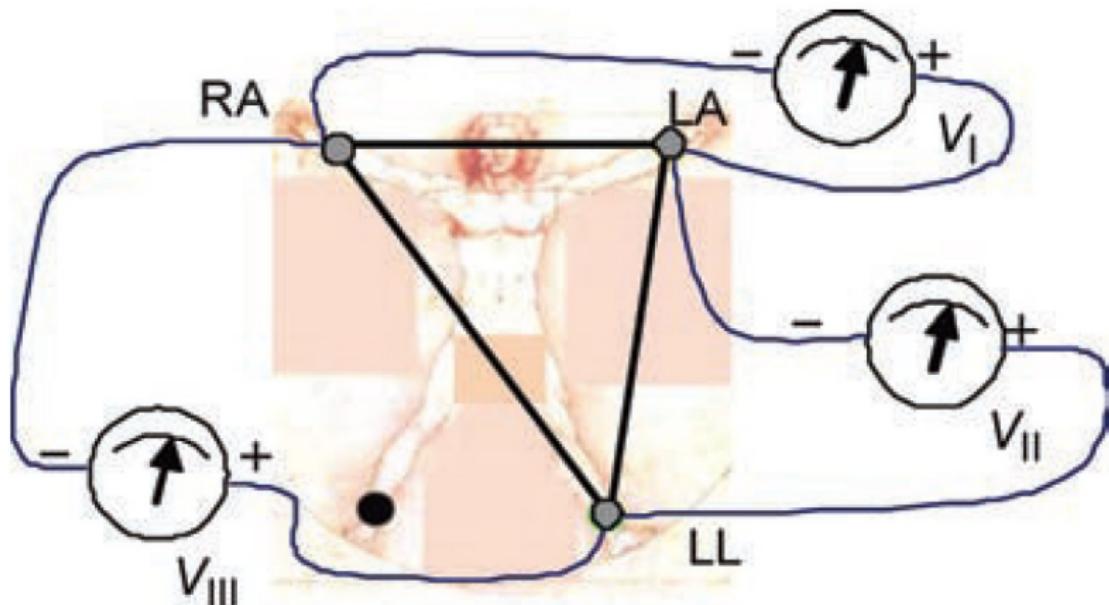


PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSSED IN JARS OF SALT SOLUTION

DERIVAÇÃO DE EINTHOVEN

- Em 1912, Einthoven propôs uma **padronização** na colocação e posicionamento dos eletrodos de ECG.
- O sistema proposto era constituído de três eletrodos:
 - Braço direito (RA).
 - Braço esquerdo (LA).
 - Perna esquerda (LL).
- Forma-se um triângulo, conhecido como **Triângulo de Einthoven**.
- Cada um dos eixos de projeção deste triângulo forma uma derivação bipolar, definida pelos numerais: I, II e III.

DERIVAÇÃO DE EINTHOVEN

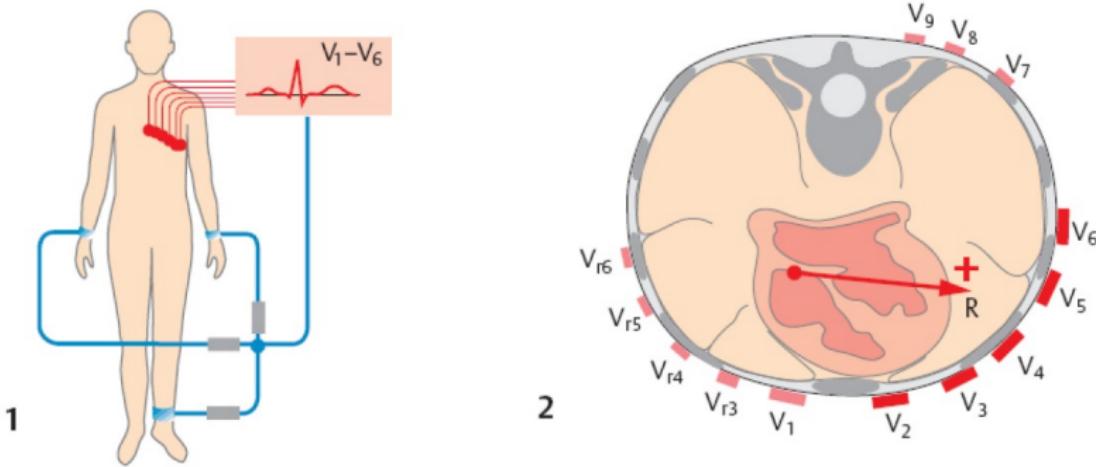


DERIVAÇÃO DE WILSON

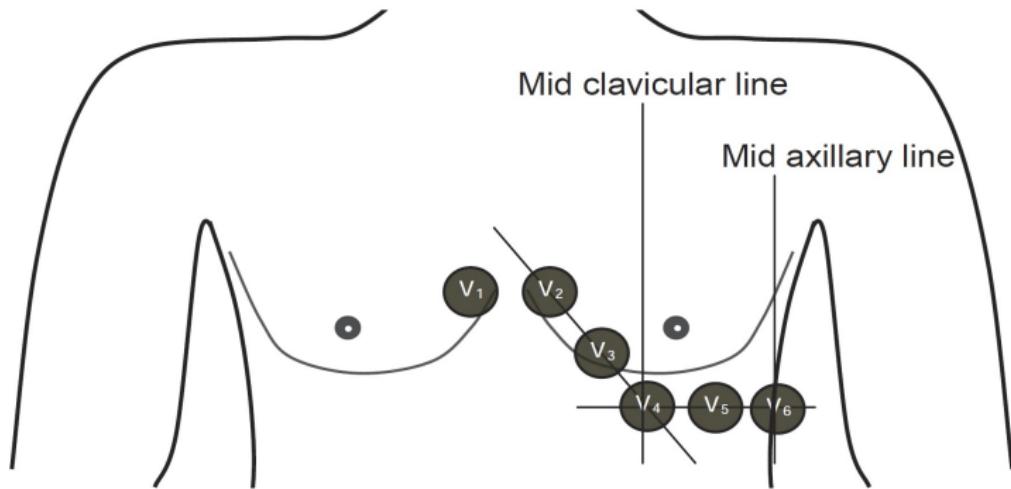
- Em 1930, um sistema de **derivações unipolares** foi proposto por Frank Wilson
- Tem o intuito de representar de forma mais fidedigna a atividade elétrica cardíaca.
- Wilson propôs seis derivações pré-cordiais, nomeadas de V1 a V6, referenciadas a um terminal central.

DERIVAÇÃO DE WILSON

- 1- Eletrodos posicionados no peito e o terminal central conectando os membros.
- 2- Detalhe do posicionamento dos eletrodos no peito.



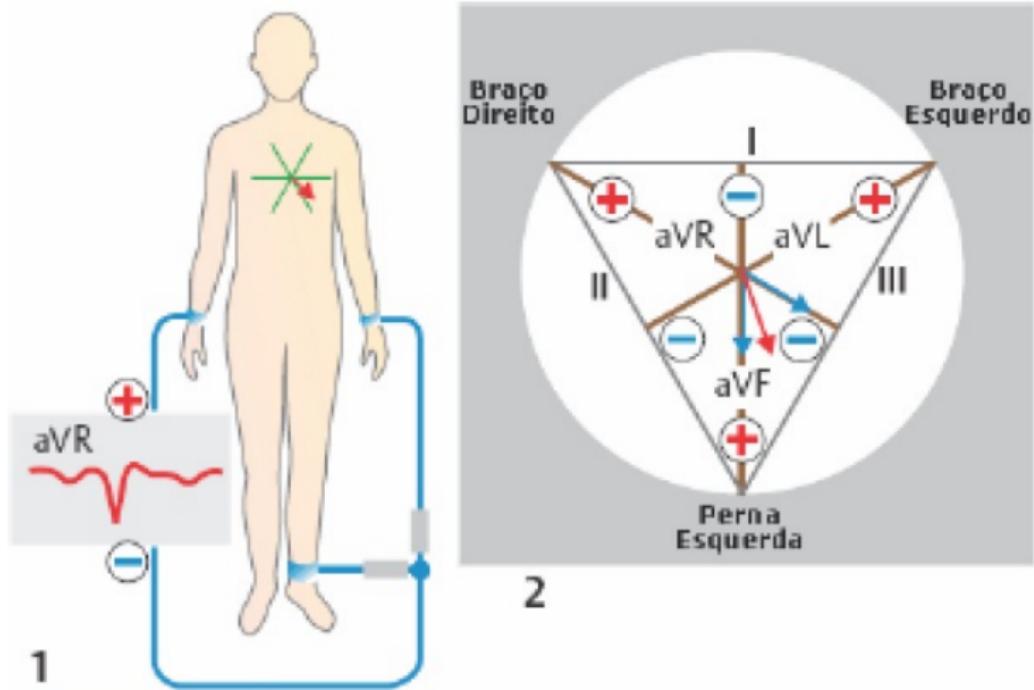
DERIVAÇÃO DE WILSON



DERRIVAÇÃO DE GOLDBERGER

- Em 1942, outro sistema de **derivações unipolares** foi proposto por Emanuel Goldberger.
- Este método é obtido através da desconexão do eletrodo mais próximo da derivação unipolar a ser medida.
- A nomenclatura das derivações se inicia com a letra “a”, por ser chamada de derivação aumentada, formando as derivações **aVR**, **aVL** e **aVF**.
- Os sinais obtidos com as derivações aumentadas podem apresentar amplitude até 50% maiores que as derivações unipolares pré-cordiais.

DERIVAÇÃO DE GOLDBERGER



- 1 INTRODUÇÃO E VISÃO GERAL**
- 2 ELETROCARDIOGRAMA**
- 3 DOENÇAS CARDIOVASCULARES**
- 4 PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE SINAIS DE ECG**

DOENÇAS CARDIOVASCULARES

- Esses desvios da funcionalidade normal do sistema cardiovascular estão associados a certas condições patológicas, que podem ser genéticas ou devido a mau funcionamento do músculo cardíaco
 - Infecções, falta de oxigênio e obstrução dos vasos sanguíneos que fornecem sangue ao próprio coração, etc.
- Algumas das principais doenças cardiovasculares serão introduzidas brevemente e as alterações no ECG e doenças relacionadas são discutidas
- Esta breve discussão sobre doenças cardiovasculares permitirá conceber métodos computacionais para o processamento de ECG que podem detectar anormalidades em seus estágios iniciais

FIBRILAÇÃO ATRIAL

- A FA é uma das arritmias mais comuns
 - Ocorrem como resultado de doença reumática, infecções (como pericardite), doença aterosclerótica ou hipertireoidismo
 - Essas condições causadas pela FA não apresentam risco de vida como algumas arritmias ventriculares, mas proporcionam um risco aumentado de acidente vascular cerebral
- Os sintomas físicos incluem palpitações, tonturas e falta de ar
- A FA resulta em ritmos de 150 a 220 batimentos por minuto
- A característica mais proeminente do ECG da FA é um intervalo RR anormal, enquanto as frequências ventriculares são geralmente mais rápidas do que as de um coração saudável
- É caracterizada também pela falta de onda P no ECG, ou a onda P é muito pequena e não precede o complexo QRS de aparência relativamente regular

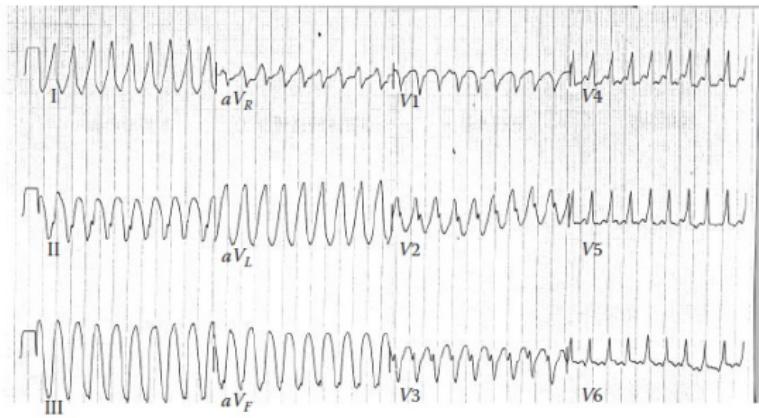
- A Figura mostra ECG com AF capturado usando o posicionamento de Wilson combinado com a gravação aumentada de eletrodos de Einthoven



ARRITMIA VENTRICULAR

- Nas arritmias ventriculares, a ativação ventricular não se origina no nodo atrioventricular
- Além disso, a arritmia não prossegue nos ventrículos de maneira normal
- Em um coração normal em que a ativação prossegue para os ventrículos, as paredes internas dos ventrículos são ativadas quase simultaneamente, e a frente de ativação prossegue em direção às paredes externas
- Como resultado, o complexo QRS de um coração saudável é de duração relativamente curta

- Nas arritmias ventriculares, uma vez que o sistema de condução ventricular não está funcionando corretamente ou a ativação ventricular começa longe do nodo AV, leva mais tempo para a frente de ativação prosseguir por todo o músculo ventricular
- Isso resulta em um complexo QRS mais longo
- O critério para ativação ventricular normal requer que o intervalo QRS seja menor que 0,1 s
- Um intervalo QRS com duração superior a 0,1 s indica ativação ventricular anormal



- Outra característica do distúrbio ventricular é a contração ventricular prematura
- Se a origem da perturbação estiver no músculo ventricular, o complexo QRS tem uma forma muito anormal e dura mais que 0,1 s
- Geralmente a onda P não está associada a ela
- O complexo arritmogênico produzido por essa arritmia supraventricular dura menos de 0,1 s

TAQUICARDIA VENTRICULAR

- Um ritmo de origem ventricular pode ser uma consequência de uma condução mais lenta no músculo ventricular isquêmico que leva à ativação circular (reentrada)
- Isso resulta na ativação dos músculos ventriculares a uma taxa alta (acima de 120 batimentos por minuto), causando complexos QRS rápidos e amplos
- Essa arritmia é chamada de taquicardia ventricular (VT)
- A VT é frequentemente uma consequência de isquemia e infarto do miocárdio
- A principal alteração no ECG é a freqüência cardíaca muito rápida que pode ser facilmente detectada no domínio de Fourier usando a transformada discreta de Fourier

FIBRILAÇÃO VENTRICULAR

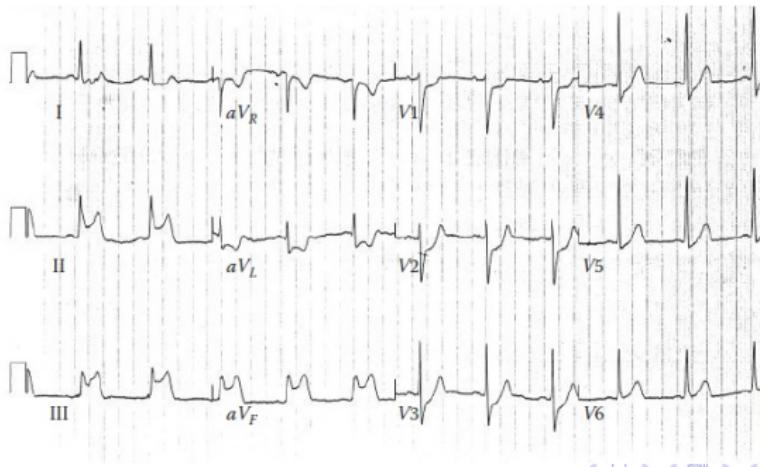
- A fibrilação ventricular ocorre quando há uma despolarização ventricular muito rápida
- Isso se reflete no ECG, que demonstra ondulações irregulares grosseiras sem o complexo QRS
- Nesse tipo de arritmia, a contração do músculo ventricular é irregular e, portanto, o tempo é ineficaz no bombeamento de sangue
- A falta de circulação sanguínea leva à perda quase imediata de consciência e até à morte em minutos
- A fibrilação ventricular pode ser interrompida utilizando-se um desfibrilador e medicação apropriada

INFARTO DO MIOCÁRDIO

- Se uma artéria coronária é bloqueada o transporte de oxigênio para o músculo cardíaco diminui causando um débito de oxigênio no músculo, chamado isquemia
- A isquemia causa alterações no potencial de repouso e na repolarização das células musculares
 - Essa anormalidade é observada no ECG como alterações no formato da onda T
- Se o transporte de oxigênio é interrompido em uma determinada área o músculo cardíaco morre nessa região
 - Isso é chamado de infarto do miocárdio ou ataque cardíaco

- Após um bloqueio nos vasos sanguíneos, fornecendo oxigênio e nutrientes ao músculo cardíaco, as células musculares da região ficam seriamente comprometidas
- Algumas células podem morrer enquanto outras sofrerão danos graves, todas resultando em uma menor capacidade de conduzir impulsos, gerando sua própria despolarização
- As células mortas serão substituídas por colágeno, uma vez que o coração não tem a capacidade de se regenerar
- Uma área de infarto é eletricamente silenciosa, pois perdeu sua excitabilidade
- Dessa maneira é possível localizar a região em que ocorreu o infarto

- A Figura mostra uma gravação combinada de eletrodos de Einthoven e Wilson de um infarto do miocárdio inferior
- Um ataque cardíaco pode resultar em vários padrões de ECG divergentes
- Em muitos casos de ataque cardíaco, devido à existência de células moribundas no músculo cardíaco, não haverá queda significativa entre o complexo QRS e a onda T
- O período entre a parte S e a onda T também parecerá contínuo. Isso é conhecido como elevação ST



- A Figura ilustra o efeito de células moribundas no potencial ST
- A elevação do segmento ST é um dos indicadores mais característico de infarto do miocárdio



- Quando a frequência cardíaca é suficientemente elevada para que o intervalo entre o final da onda T e o início da onda P desapareça, a arritmia é chamada de flutter atrial
- Acredita-se também que a origem envolva uma via atrial reentrante
- A frequência dessas flutuações está entre 220 e 300 batimentos por minuto
- O nodo AV e posteriormente os ventrículos geralmente são ativados a cada segundo ou a cada terceiro impulso atrial (bloqueio cardíaco 2:1 ou 3:1)

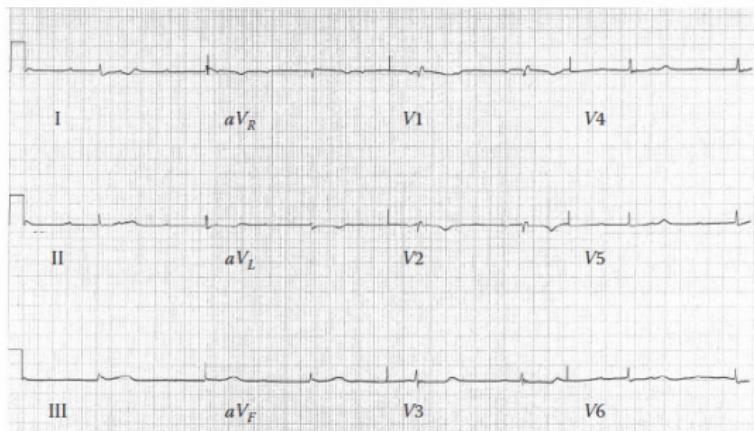
TAQUICARDIA SUPRAVENTRICULAR

- Sob certas condições, a despolarização elétrica pode ser conduzida de volta ao átrio, de onde ela imediatamente conduz através do feixe de His de volta aos ventrículos
- Outra forma frequente de reentrada é um curto-circuito nas fibras de Purkinje no final de Seu feixe
- O sinal que circula através do feixe de His não conduz através de um dos ramos em uma direção, mas permitirá a condução na direção oposta, proporcionando uma ativação secundária dos ventrículos através do ramo de His saudável
- A taquicardia supraventricular é uma das principais causas de arritmias ventriculares

BLOQUEIO ATRIOVENTRICULAR

- O nodo AV é mais lento que o nodo SA e, como resultado de várias doenças, a condução do nodo SA para o nodo AV pode ser interrompida
 - Isso é chamado de bloqueio AV
- Nessas circunstâncias, os átrios se contraem mais rapidamente que os ventrículos e a função da bomba fica seriamente comprometida
- Se a onda P precede o complexo QRS com um intervalo PR de 0.12 s, a condução AV é normal
- Se o intervalo PR for fixo, mas mais curto que o normal, a origem do impulso está mais próxima dos ventrículos ou a condução AV está utilizando um bypass (anormal) que leva à pré-excitação dos ventrículos
 - Chamado de síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW)
- O intervalo PR também pode ser variável, como em marcapasso atrial errante e taquicardia atrial multifocal

- Um exemplo do ECG registrado durante um bloqueio AV de terceiro grau é mostrado na Figura
- Com base na condição específica do bloco, diferentes tipos de blocos AV são definidos
- Os defeitos do sistema de condução que produzem um bloqueio AV de terceiro grau podem surgir em locais diferentes



PRINCIPAIS TIPOS DE BLOQUEIOS AV

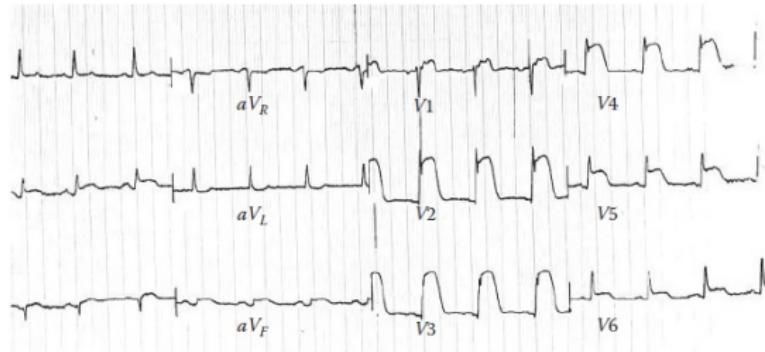
- O nodo AV pode sofrer vários tipos de danos que também são referidos ao bloqueio cardíaco
- As cinco principais gradações de bloqueio cardíaco que podem ser distinguidas são:
 - bloqueio de primeiro grau
 - bloqueio de segundo grau
 - bloqueio de ramo
 - bloqueio de ramo direito (RBBB)
 - bloqueio de ramo esquerdo (LBBB)

- No bloqueio de primeiro grau, a condução no nó A-V ainda está presente, mas foi depreciada severamente, resultando em um atraso significativo
- Nesses casos, o complexo QRS é consistentemente precedido pela onda P, mas o intervalo PR é prolongado em mais de 0,2 s
- Esse fenômeno é reconhecido por um intervalo PR prolongado, que define o tempo entre a despolarização atrial e o início do complexo QRS

- Quando a condução interna degenerou a tal ponto que apenas um em cada dois ou três potenciais de ação passa, isso é definido como bloqueio de segundo grau
- O bloqueio de segundo grau é mostrado no ECG como um número excessivo de ondas P, mas frequentemente sem complexos QRS
- Se o intervalo PR aumentar progressivamente, levando finalmente à total desfiguração de um complexo QRS, o bloqueio de segundo grau é chamado de fenômeno de Wenkebach

- O bloqueio AV de terceiro grau (ou total) é mostrado como uma completa falta de sincronicidade entre a onda P e o complexo QRS, ou seja, o grau mais grave de bloqueio cardíaco é o resultado de um nó AV não condutor no qual o átrio e o ventrículo despolarizar e contrair independentemente um do outro
- O bloqueio dos ramos indica um defeito de condução em um dos ramos do pacote ou em um dos ramos do lado esquerdo esquerdo
- Se os dois ramos demonstrarem um bloqueio simultaneamente, o progresso da ativação dos átrios para os ventrículos é completamente inibido, e isso é considerado como bloqueio AV de terceiro grau
- A consequência do bloqueio do ramo esquerdo ou direito é tal que a ativação do ventrículo deve aguardar a iniciação pelo ventrículo oposto
- Depois disso, a ativação prossegue inteiramente célula a célula
- A consequência é um complexo QRS de forma estranha com duração anormalmente longa

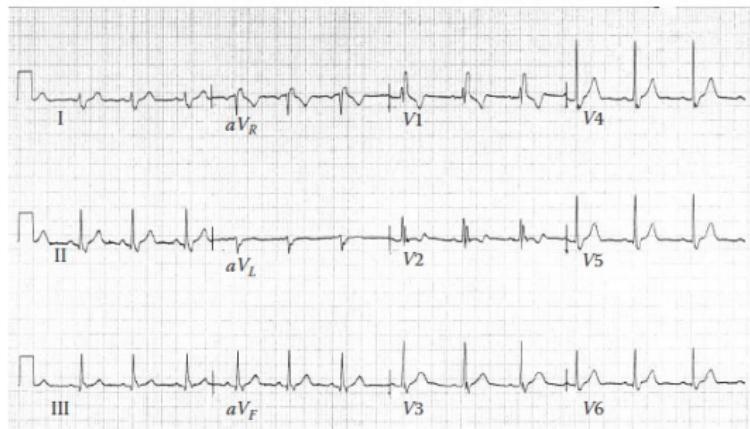
- As alterações do ECG em conexão com o bloco de ramificação associado a um infarto agudo do miocárdio são ilustrados na Figura



- Se o ramo direito estiver com defeito a ponto de o impulso elétrico não poder passar através dele para o ventrículo direito, a ativação alcançará o ventrículo direito por excitação do ventrículo esquerdo
- A despolarização agora viaja primeiro através do músculo septal e ventricular direito
- Obviamente, esse progresso é mais lento no sistema de condução e leva a um complexo QRS maior que 0,1 s
- Freqüentemente, o critério para a duração do complexo QRS no bloqueio de ramo direito (RBBB) e no bloqueio de ramo esquerdo (LBBB) é que a duração do QRS precisa exceder 0,12 s
- No RBBB, a ativação do ventrículo direito é atrasada a ponto de ser observada após a ativação do ventrículo esquerdo
- Nesse ponto, a ativação do ventrículo esquerdo ainda ocorre normalmente
- O RBBB causa um vetor cardíaco QRS anormal e aponta para o ventrículo direito
- Isso é visto no ECG como uma onda S ampliada
- Outra manifestação típica de RBBB é frequentemente observada no eletrodo V1 como uma onda R dupla, chamada de complexo RSR

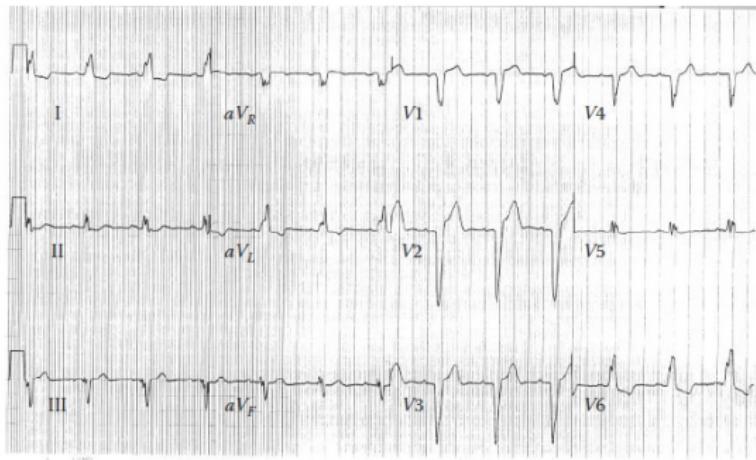


- A Figura mostra um ECG representativo de uma RBBB.



- A situação no LBBB é semelhante, mas a ativação prossegue em uma direção oposta à encontrada no RBBB
- Novamente, o critério de duração do complexo QRS para bloqueio completo é superior a 0,12 s
- Os locais anormais de iniciação do pulso no ventrículo esquerdo fazem o vetor cardíaco progredir a uma taxa mais lenta e com um raio de loop maior, resultando em uma onda R ampla e alta
- Esse efeito geralmente é observado nas derivações I, aVL, V5 ou mesmo V6

- A Figura mostra um ECG representativo de um LBBB em que há um aumento no complexo QRS

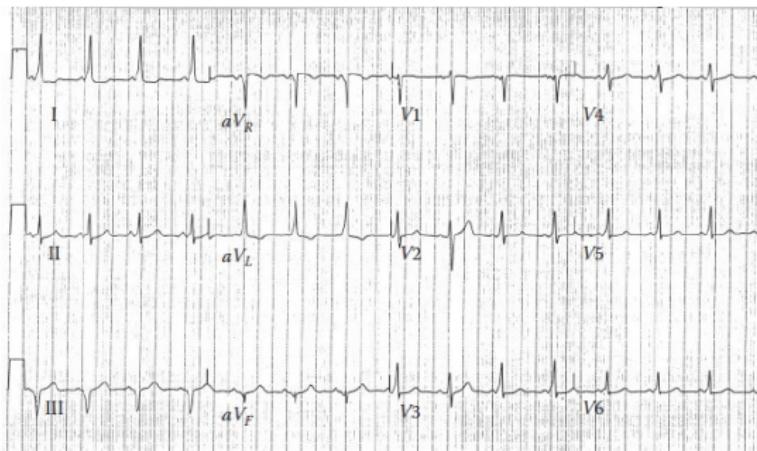


SÍNDROME DE WOLFF-PARKINSON-WHITE (WPW)

- Tecnicamente, os ventrículos e átrios devem ser eletricamente isolados um do outro item No entanto, às vezes pode haver uma pequena quantidade de condução passando diretamente do átrio para o ventrículo
- Nessa situação, o nodo AV é contornado, e o atraso introduzido não é mais capaz de reter a contração ventricular até que o ventrículo seja preenchido pelos átrios
- Isso prolongará o complexo QRS, fazendo com que ele termine no período originalmente esperado, como durante uma gravação normal de ECG.
- Uma causa para um amplo complexo QRS que excede a duração de 0,12 s pode ser a síndrome WPW

- A causa da síndrome WPW é a passagem da ativação do átrio diretamente para o músculo ventricular por uma rota anormal. Esse desvio é chamado de pacote de Kent, que ignora as junções AV. Isso resulta em uma ativação do músculo ventricular antes que a ativação normal atinja o músculo ventricular através do sistema de condução. Esse processo é chamado de pré-excitação e o ECG específico depende da localização respectiva da via acessória. Na síndrome WPW, o intervalo de tempo da onda P à onda R é normal
- O complexo QRS, neste caso, tem um início mais cedo do que o normal chamado onda delta
- A excitação ventricular prematura que manifesta a onda delta resulta em um encurtamento do tempo de QP

- Uma ilustração do impacto no padrão de condução durante a síndrome WPW é apresentada na Figura



EXTRASSÍSTOLE

- Estímulos químicos e mecânicos podem desencadear despolarização espontânea de uma única célula cardíaca, o que se traduz na condução de ativação das células vizinhas
- A única diferença entre esse tipo de doença e o coração normal é a excitação resultante que pode ser causada por qualquer célula localizada em qualquer local do músculo cardíaco
- Essa geração aleatória de pulsos é chamada de estímulo ectópico
- Nesta situação, a onda P geralmente está ausente em sua totalidade para o complexo QRS

- 1 INTRODUÇÃO E VISÃO GERAL**
- 2 ELETROCARDIOGRAMA**
- 3 DOENÇAS CARDIOVASCULARES**
- 4 PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE SINAIS DE ECG**

PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE SINAIS DE ECG

- A interpretação do ECG gravado geralmente é baseada na experiência de um médico.
- A decisão do médico é tipicamente baseada nos “critérios baseados no tempo” mencionados anteriormente
- Tais critérios estão frequentemente enraizados na fisiologia do sistema cardiovascular e são muito bem compreendidos pelos médicos
- Embora os sistemas de diagnóstico auxiliados por computador comumente usados em muitas clínicas de eletrocardiografia clínica utilizem todos os critérios baseados no tempo mencionados anteriormente, eles também usam as medidas e técnicas típicas de processamento de sinais e reconhecimento de padrões e técnicas para diagnóstico

- Foi relatado que a interpretação auxiliada por computador dos padrões característicos encontrados no ECG fornece uma precisão superior a 90% do reconhecimento das causas e fatores elétricos e hemodinâmicos subjacentes para o tratamento adequado
- Para a maioria das interpretações de diagnóstico, é a medição dos intervalos de tempo (ou seja, critérios baseados no tempo) que fornece uma visão das causas subjacentes ou as formas alteradas da forma de onda real que revelam as causas subjacentes das complicações hemodinâmicas
- As medidas e métodos de processamento puramente de sinal capturam pequenas alterações no ECG que podem passar despercebidas pelos olhos humanos

- Também é importante observar que, mesmo para medir critérios baseados no tempo, os sistemas auxiliados por computador podem fornecer uma medição e descrição mais confiáveis e precisas das medidas baseadas no tempo, como a duração do ciclo cardíaco
- Mais especificamente, as técnicas de processamento de sinal podem calcular com mais precisão os intervalos de tempo e analisar os números resultantes

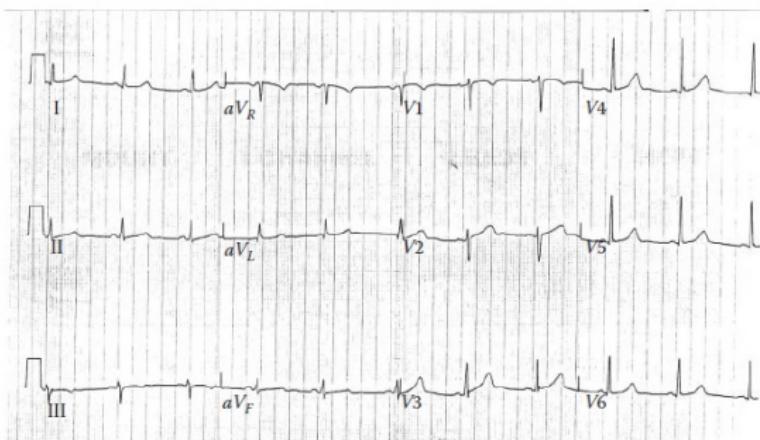
ANÁLISE NO DOMÍNIO DO TEMPO

- A característica no domínio do tempo mais significativa no ECG é a duração do ciclo cardíaco
- A duração do ciclo cardíaco é frequentemente derivada medindo o intervalo de tempo de uma onda R para a próxima
- Outras características são essencialmente a duração de cada onda (isto é, a duração do complexo QRS) e a separação de tempo entre as ondas (por exemplo, o intervalo de tempo entre as ondas T e P, isto é, o intervalo TP)
- Geralmente, o complexo QRS é identificado pela forma característica e pelo tempo estável relativo constante no padrão
- Outra característica de interesse é o intervalo de tempo entre a onda T e a onda P subsequente
- A importância dessa medida mostra a separação entre dois eventos importantes, ou seja, a taxa de pulso do nó sinusal, que é expressa na onda P, e o fenômeno de repolarização que é a origem da onda T

ANÁLISE NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

- Em qualquer forma de onda de ECG, o complexo QRS está bem localizado como região de alta frequência
- As ondas P e T são principalmente os componentes de baixa frequência
- O segmento ST no ECG é restrito no tempo, com conteúdo principalmente de baixa frequência
- O ECG normal e o desvio de ECG geralmente apresentam conteúdos de frequência significativamente diferentes
- Como a frequência cardíaca normal está na faixa de 60 a 100 batimentos por minuto, a fibrilação pode exceder 200 batimentos por minuto
- Além das diferenças de frequência, as rampas de despolarização e repolarização também mudam em condições doentes, exigindo uma largura de banda de frequência muito mais ampla para descrever cada fenômeno diferente

- O ECG padrão pode ser descrito pelos oito primeiros harmônicos da frequência cardíaca no domínio de Fourier
- Isso fornece uma representação básica, como mostrado na Figura
- A Figura apresenta a gravação de nove eletrodos para um ECG normal



- A Figura ilustra a superposição dos oito primeiros harmônicos que reconstroem o ECG
- Qualquer desvio menor de alta frequência do ECG normal geralmente cria variações no ECG que requerem um número muito maior de harmônicos para descrever os recursos no domínio da frequência do ECG
- Como regra geral, uma análise de frequência deve abranger não menos do que a faixa de frequência de 0 a 100 Hz para um ECG aparentemente normal
- Arritmias podem exigir uma análise de frequência de até 200 Hz
- No entanto, ao filtrar espectros de frequências ainda mais altas, o espectro será dominado pelo ruído e não contribuirá com informações adicionais



- Uma doença importante que é frequentemente detectada no domínio da frequência é a taquicardia sinusal
- Um ritmo sinusal superior a 100 batimentos por minuto é chamado taquicardia sinusal
- Condições semelhantes ocorrem frequentemente como uma resposta fisiológica ao exercício físico ou ao estresse físico, mas, em casos de doença, a condição resulta em insuficiência cardíaca
- Mais especificamente, se o ritmo sinusal for irregular, de modo que os intervalos PP ou RR mais longos excedam o intervalo mais curto em 0,16 s, a situação é diagnosticada como arritmia sinusal

- Essa condição é muito comum em todas as faixas etárias, mas mais comum em adolescentes e pré-adolescentes que podem nunca ter considerado ter uma doença cardíaca
- Uma origem potencial para a arritmia sinusal pode ser o nervo vago, que regula a respiração e o ritmo cardíaco
- O nervo é ativado durante a respiração e, por seu efeito no nó sinusal, causa um aumento na freqüência cardíaca durante a inspiração e uma diminuição durante a expiração

- A detecção precisa de sinais cardíacos fetais durante a gravidez é outra área em que a análise de frequência e wavelet é vital para fornecer informações importantes sobre possíveis doenças cardíacas fetais
- Um tipo diferente de gravações de ECG padrão das derivações colocadas no abdômen da mãe é usado para monitorar o ECG fetal
- As formas de onda do ECG materno observadas não são necessariamente barulhentas, mas são sobrepostas ao ECG fetal
- O ECG materno substituirá os sinais fetais devido ao ECG fetal de potência relativamente baixa
- Além disso, haverá várias fontes de interferência
- As ondas P e T do ECG materno podem ser facilmente identificadas na maioria dos casos
- A frequência cardíaca fetal é geralmente significativamente mais rápida que a frequência cardíaca materna, o que permite a separação do ECG da mãe e do bebê usando filtros projetados no domínio da frequência

- Vários efeitos de frequência medidos pelos eletrodos não estão necessariamente associados ao verdadeiro espectro de frequência da atividade celular
- Muitos foram causados por diferentes fontes de ruído, como os sinais respiratórios e a eletromiografia (EMG) de outros músculos esqueléticos
- Tais ruídos são frequentemente filtrados no domínio da frequência
- Por exemplo, um filtro notch na frequência de energia principal é sempre aplicado para filtrar equipamentos e ruídos capacitivos

ANÁLISE NO DOMÍNIO WAVELET

- Como os potenciais de ação são principalmente de natureza estocástica, a análise de wavelets de um único potencial de ação pode não fornecer os dados confiáveis necessários para um diagnóstico preciso
- Entretanto, ao observar um sinal repetitivo (como ECG) como resultado da soma de muitos potenciais de ação, os recursos do domínio wavelet podem identificar as contribuições relativas das frequências mais altas (escalas mais baixas)
- Os recursos da wavelet usados na análise do ECG geralmente detectam a existência de uma versão em escala ou deslocada de um padrão ou onda típica
- A decomposição da wavelet usando a “wavelet mãe” se assemelha à forma geral do complexo QRS, que revela a localização, a amplitude e a escala do padrão QRS quantitativamente

- A análise de wavelet também é realizada usando wavelets Daubechies e Coiflet
- Uma aplicação típica da análise de wavelets é a separação do ECG da mãe e do bebê
- A forma de onda do ECG fetal é semelhante à do ECG adulto no domínio transformada de onda (WT), exceto pela escala do sinal
- A decomposição em wavelets do sinal observado pode efetivamente separar o ECG da mãe do bebê, simplesmente porque os dois sinais de ECG residem em escalas diferentes