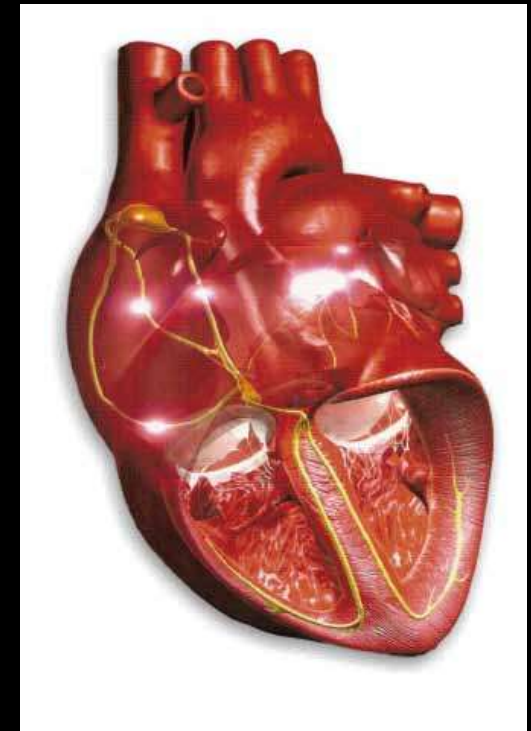


Disciplina de Fisiologia Veterinária

**FISIOLOGIA  
CARDIOVASCULAR DOS  
MAMÍFEROS**

# OBJETIVOS DA AULA

- ✓ Revisão da anatomia do coração dos mamíferos
- ✓ Eletrofisiologia Cardíaca
- ✓ Atividade mecânica



# FUNÇÕES

- DISTRIBUI OXIGÊNIO E REMOVE CO<sub>2</sub>
- DISTRIBUI NUTRIENTES DO SGI PARA TODAS AS CÉLULAS
- CARREIA AS SOBRAS DO METABOLISMO CELULAR PARA OS ÓRGÃOS DE EXCREÇÃO
- TRANSPORTA ELETRÓLITOS E HORMÔNIOS
- MANTÉM A TEMPERATURA CORPORAL
- TRANSPORTA CÉLULAS E SUBSTÂNCIAS IMUNES RESPONSÁVEIS PELOS MECANISMOS DE DEFESA DO CORPO

# ANATOMIA

**Apresenta três divisões principais:**

✓ **Sistema de distribuição (coração, artérias e arteríolas)**

✓ **Sistema de distribuição perfusão (artérias, arteríolas e capilares)**

✓ **Sistema de coleta (vênulas, veias e coração)**

**Obs: Microcirculação , representada por vasos terminais, consiste em pequenas artérias, arteríolas, capilares e vênulas.**

# ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

## ANALOGIA HIDRÁULICA

- **CORAÇÃO = BOMBA**
- **VASOS SANGUÍNEOS = CANOS**

# FUNÇÕES DOS DIFERENTES VASOS

- ✓ Sistema arterial: propriedade de condução e distribuição do volume sanguíneo aos tecidos, e de variação da resistência ao fluxo de sangue, para a manutenção da pressão intravascular e da adequada oferta de fluxo
- ✓ Microcirculação tem a propriedade de permitir a troca de substâncias sólidas, líquidas e gasosas entre o compartimento intravascular e as células teciduais
- ✓ Sistema venoso possui a propriedade de variação da sua complacência, para permitir o retorno de um variável volume sanguíneo ao coração, e a manutenção de uma reserva deste volume

# ANATOMIA

## Coração

- ✓ 4 CÂMARAS ( 2 Átrios e 2 Ventrículos)
- ✓ CORAÇÃO DIREIRO E ESQUERDO
- ✓ PRESSÕES

Obs: O tamanho relativo do coração dos mamíferos correlaciona-se com as diferenças no grau de atividade física (0,3 a 1% do peso corporal)

Ex: Porco sedentário = 0,3% e cavalo puro= 1,2%

## PESO DO CORAÇÃO DE MAMÍFEROS

Ordem crescente de atividade física

Animal	Peso do coração (g/kg de peso)
Suíno	4,5
Gato	4,6
Bezerro	5,4
Humano	5,9
Caprino	6,2
Eqüino	6,8
Cão	8,0

- Dependente do grau de atividade física e da herança genética.



# ANATOMIA

## Coração

✓ A parede cardíaca é composta por fibrócitos, células musculares estriadas cardíacas e matriz extracelular

✓ Espessura da parede de cada câmara cardíaca é relacionada diretamente à sua função

1. Átrios – desenvolvem baixa pressão = parede fina

2. Ventrículos – alta pressão = parede mais espessa

Obs: Ventrículo esquerdo tem parede mais espessa

✓ 4 Valvas cardíacas = duas entre átrios e ventrículos (valvas atrioventriculares) e duas na saída dos ventrículos (valvas pulmonar e aórtica)

# ANATOMIA

Átrios:

- ✓ Baixa pressão e paredes delgadas
- ✓ Apresenta três funções:
  1. Reservatório e transportador de sangue para o ventrículo
  2. Auxiliam a ação de bomba, aumentando o enchimento ventricular
  3. Participam do fechamento da valva atrioventricular (AV)

Obs: Frequência cardíaca baixa = 15 a 20% do débito ventricular

Frequência cardíaca alta e em determinadas cardiopatias = 20 a 30% do débito ventricular

# ANATOMIA

## Ventrículos:

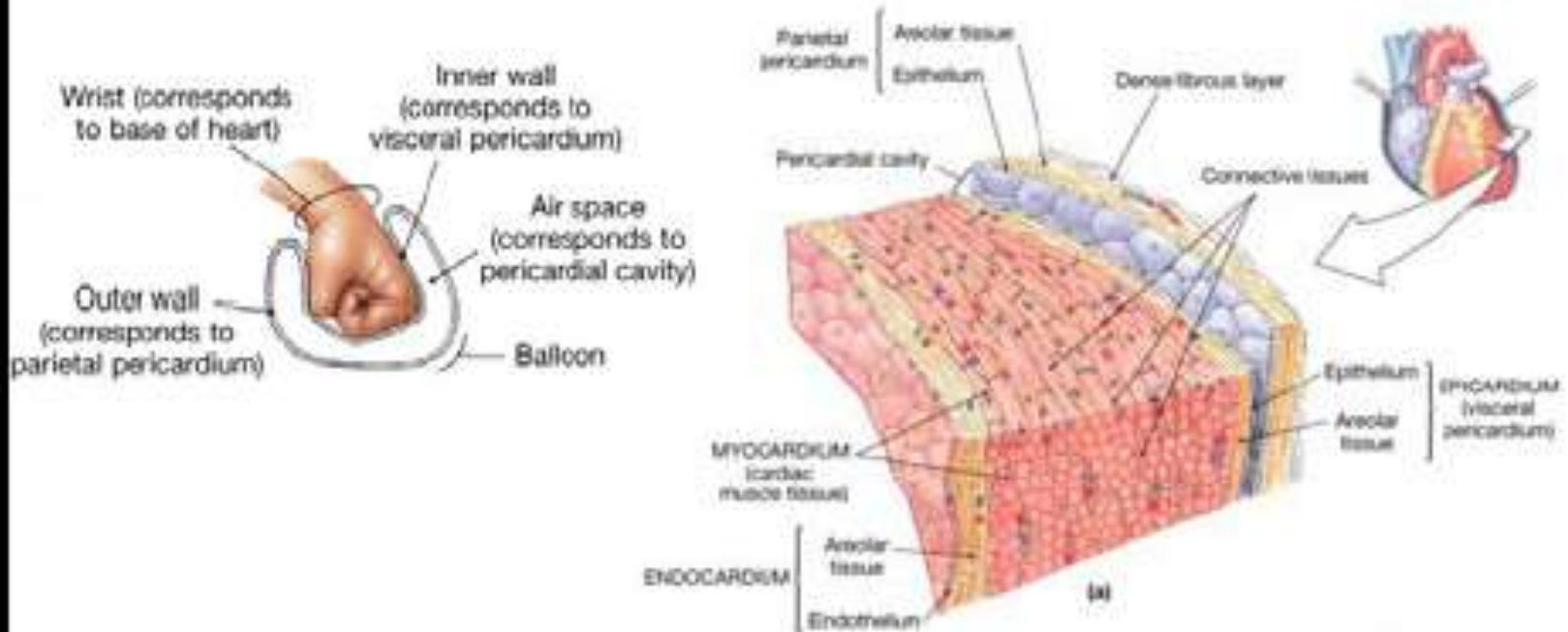
- ✓ Massa miocárdica ventricular corresponde à maior parte do peso do coração
- ✓ Parede do VD é muito mais delgada

## Pericárdio:

- ✓ Saco de parede dupla contendo poucos mililitros de líquido seroso que fornece uma superfície lubrificada para movimentos do coração
- ✓ Pericárdio fibroso (inelástico) e seroso (duas lâminas: parietal e visceral = epicárdio)

Obs: Ausência do pericárdio comumente não altera a função cardíaca

# CAMADAS DA PAREDE CARDIACA



1. Epicárdio: camada mais externa, serosa, possui áreas com tecido adiposo
2. Miocárdio: camada intermediária, composta de células musculares cardíacas, unidas por TC, que dão suporte estrutural
3. Endocárdio: camada lisa mais interna; continua com a camada endotelial

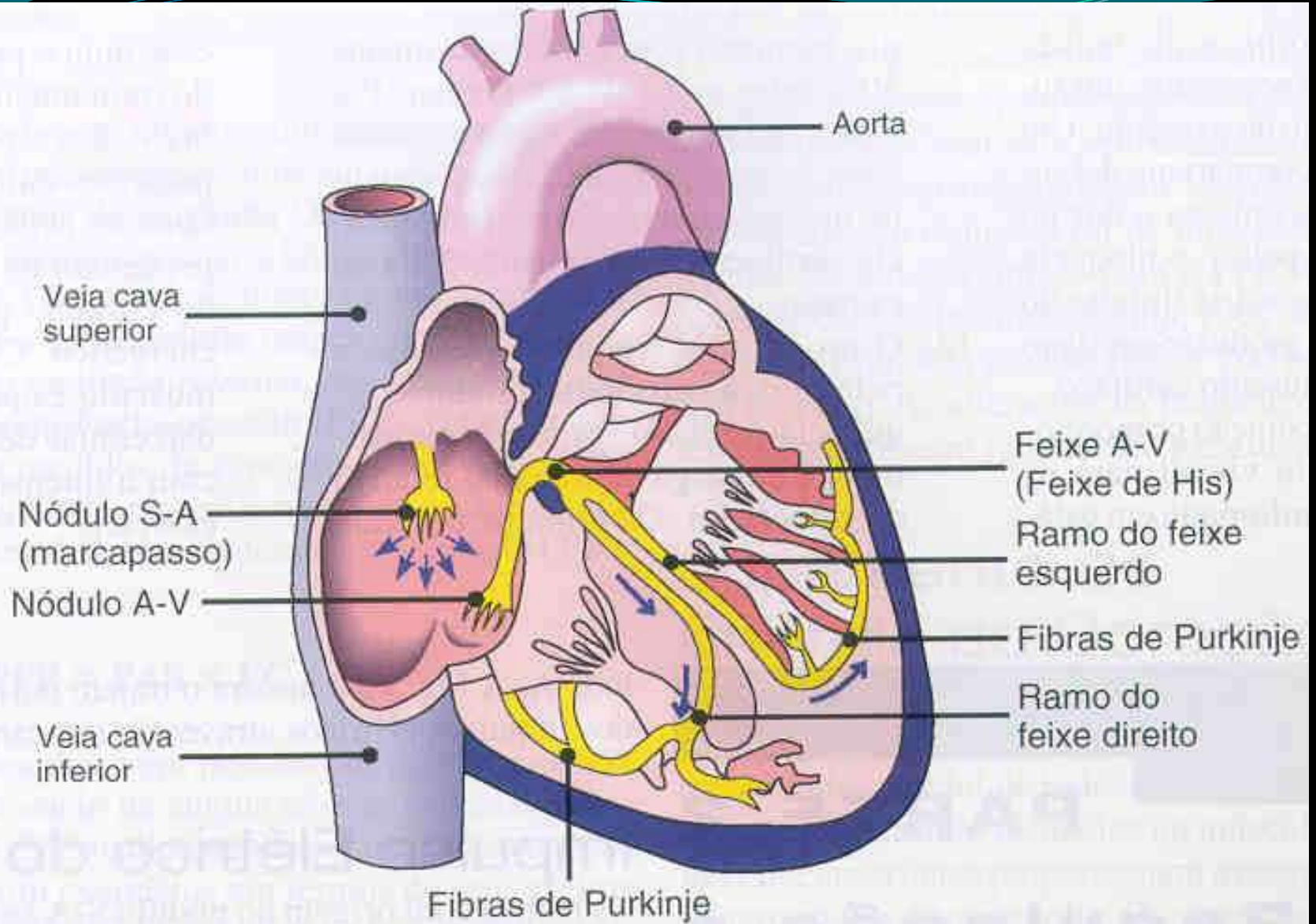
# CÉLULA MIOCÁRDICA

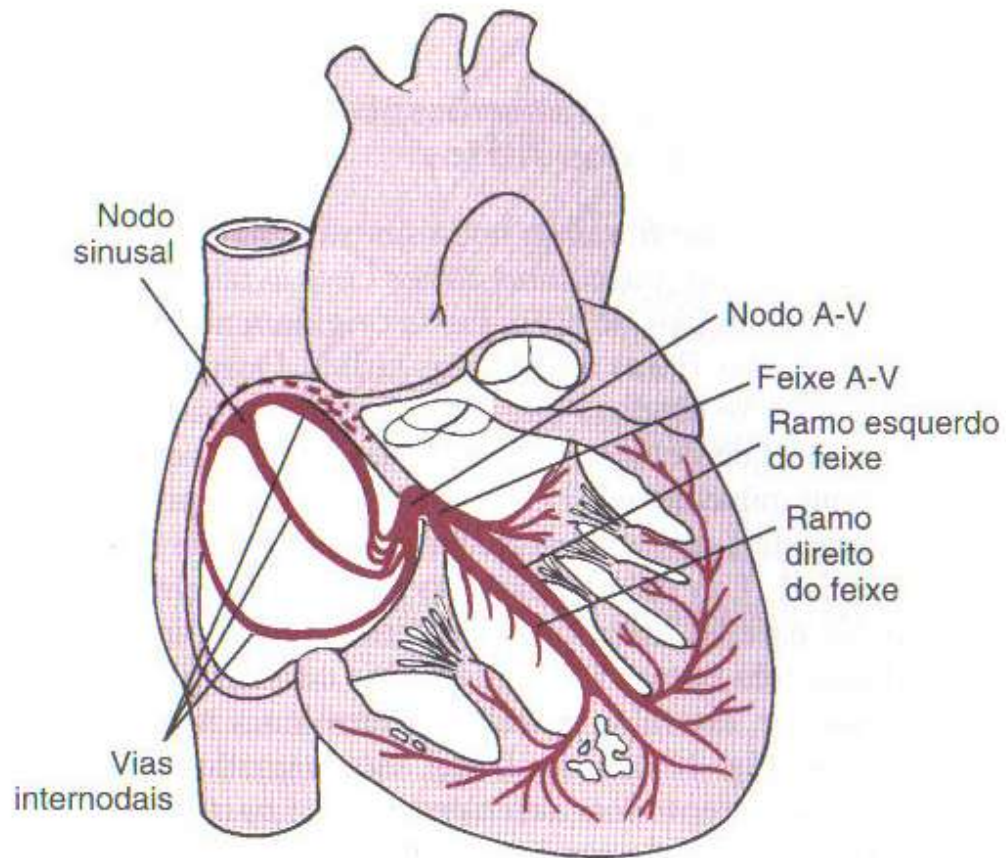
## (marcapasso e de condução, e contráteis)

- ✓ Circundadas pelo sarcolema
- ✓ Presença de junções comunicantes que têm baixa resistência elétrica e permitem passagem de íons

Células marcapasso e de condução ( Células nodais, células de Purkinje e células de transição)

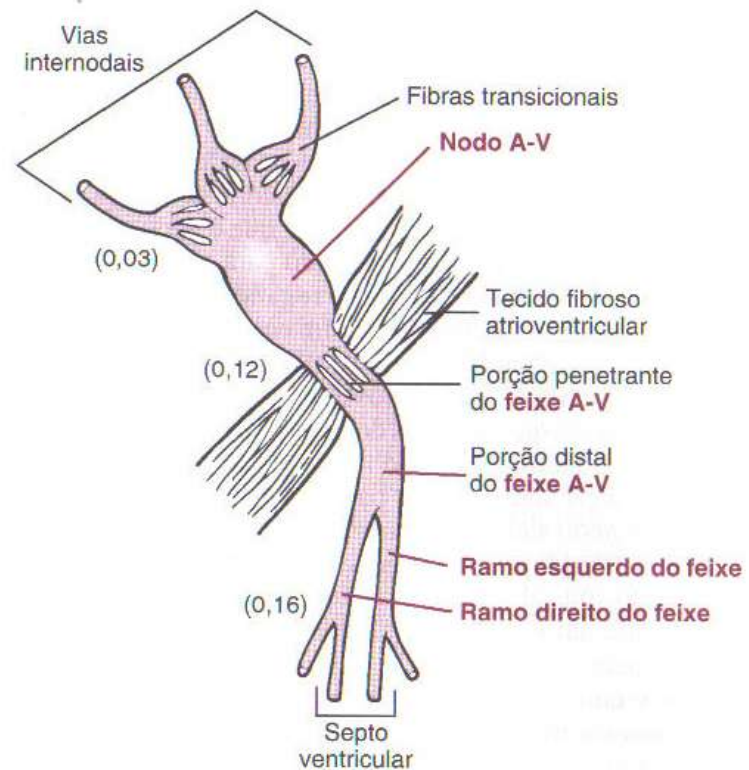
- ✓ Células nodais dos nodos sino atrial (SA) e AV são responsáveis pela atividade de marcapasso e pelo retardo da condução no nodo AV
- ✓ Células de Purkinje são células especializadas na condução rápida do impulso (feixe de His e rede de Purkinje)
- ✓ Células de transição são intermediárias entre as células de Purkinje e as células contráteis





**FIG. 10.1**

Nodo sinusal e o sistema Purkinje do coração, mostrando, também, o nodo A-V, as vias atriais internodais e os ramos ventriculares do feixe.



**FIG. 10.3**

Organização no nodo A-V. Os números representam os intervalos de tempo a partir da origem do impulso no nodo sinusal. Esses valores foram extrapolados para humanos.

# CÉLULA MIOCÁRDICA

## (contráteis)

### Células miocárdicas contráteis ou efetoras

- ✓ Células especializadas na contração e na condução do impulso
- ✓ Células contráteis dos mamíferos menores (rato, cobaia) são relativamente mais delgadas que a dos grandes mamíferos
- ✓ Cada célula está recoberta por miofibrilas contráteis e contém numerosas mitocôndrias
- ✓ Conectadas pelas extremidades por discos intercalados (auxiliam a contração sincronizada do tecido cardíaco)



# ANATOMIA

Coração

✓ VALVAS

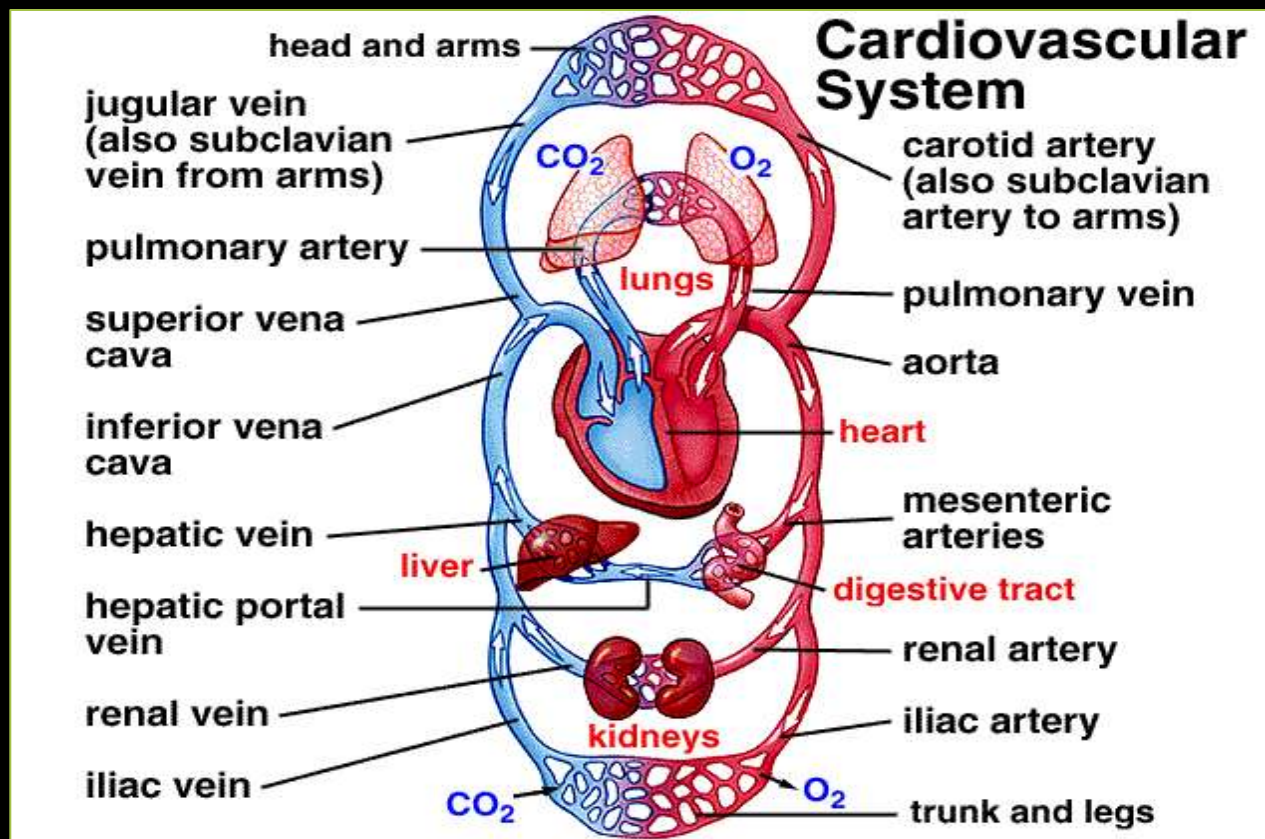
✓ BULHAS CARDÍACAS

✓ SOPROS

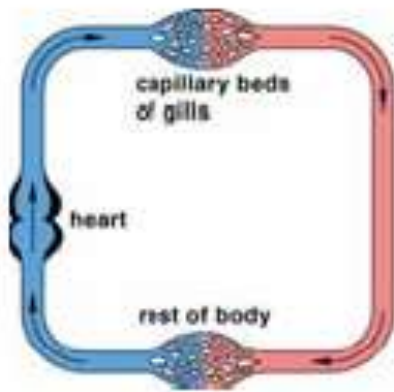
Obs:

# ANATOMIA FUNCIONAL

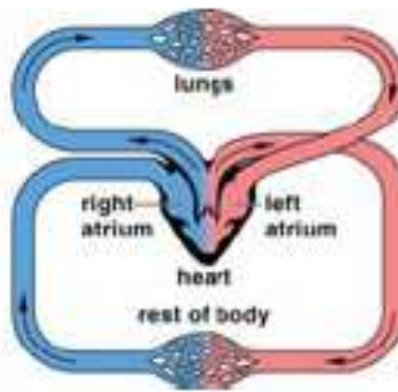
## Circulação Sistêmica e pulmonar



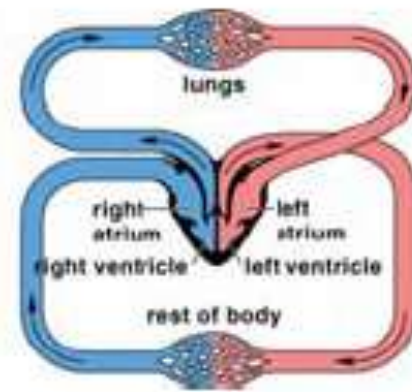
# Evolução do Coração em Vertebrados



**Peixes**



**Anfibios**



**Aves e  
Mamíferos**

- Separação gradual em duas câmaras

↳ *Progressão dos vertebrados da respiração aquática para a terrestre*

# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

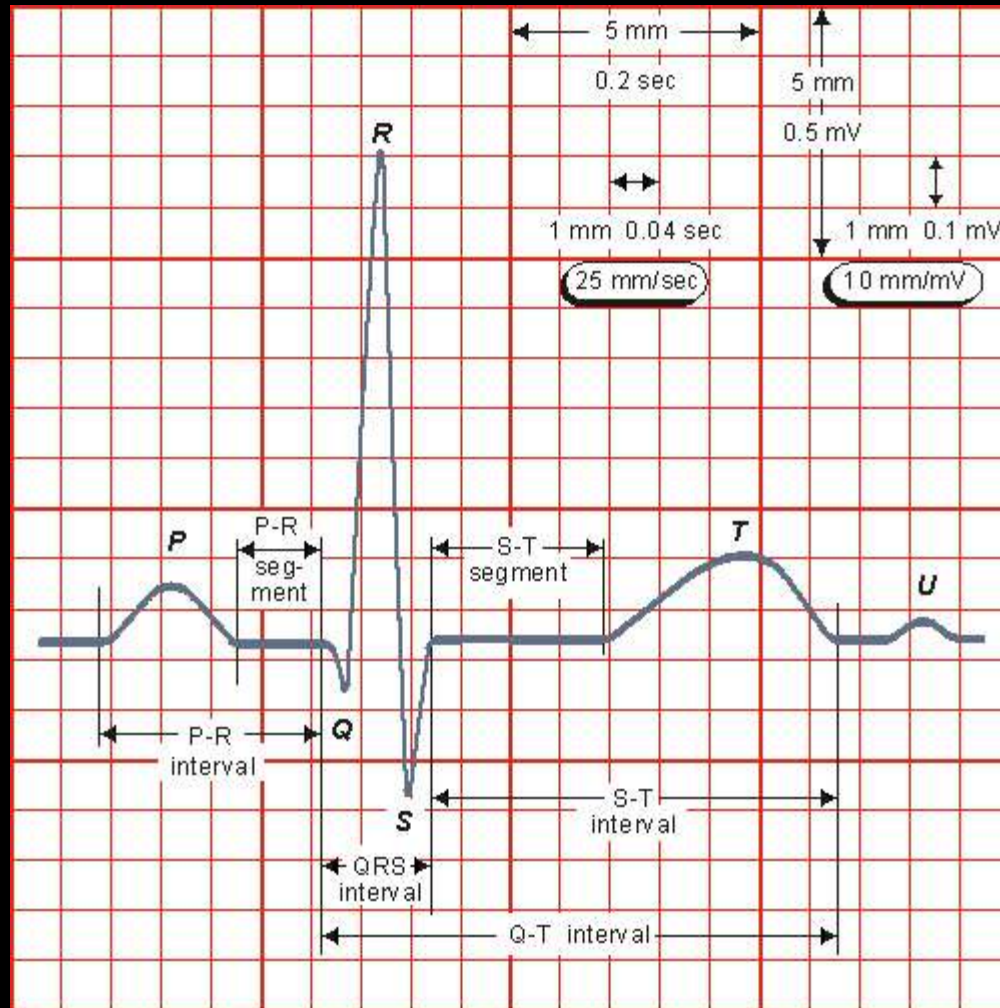
- ✓ Função principal do coração é bombear sangue, o que requer geração de força contrátil = atividade mecânica
- ✓ Atividade mecânica depende da atividade elétrica
- ✓ Ativação elétrica deve ocorrer repetidamente na sequência apropriada
- ✓ Atividade elétrica é realizada pela propagação de potenciais de ação ao longo das estruturas anatômicas

# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Sequência de atividade elétrica:

1. Nodo sinoatrial = potencial de ação gerado de maneira espontânea
2. Dissemina para o miocárdio direito adjacente e através do feixe de Bachmann para o átrio esquerdo
3. Nodo atrioventricular
4. Sistema His-Purkinje (distribui rapidamente e amplamente para o miocárdio ventricular)

# TRAÇADO DE ELETROCARDIOGRAMA NORMAL



# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Eventos para geração de um Potencial de Ação:

1. Geração de um estado polarizado (potencial de repouso)
2. Despolarização
3. Repolarização

# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Geração de um estado polarizado (potencial de repouso):

- ✓ Células cardíacas são capazes de gerar diferença de potencial elétrico entre o lado interno e o externo
- ✓ Faixa entre - 60 a - 95 mV (dependendo da célula)
- ✓ Resultante da permeabilidade seletiva ao  $K^+$
- ✓ Célula cardíaca em repouso está polarizada



# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Despolarização:

- ✓ Faixa de 0 a + 40 mV durante um período de 1 a 10 milissegundos
- ✓ Células dos músculos atrial e ventricular, células do sistema His-Purkinje a despolarização é mediada pela abertura dos canais de  $\text{Na}^+$  controlados por voltagem (comporta de ativação e inativação)
- ✓ Nos nodos SA e AV, as fases de despolarização do PA é mediada pela abertura dos canais de  $\text{Ca}^{2+}$  (Corrente de entrada lenta de  $\text{Ca}^{2+}$ )

Os: Os canais de cálcio demandam mais tempo para abrir e permanecem abertos por mais tempos

# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Repolarização:

- ✓ A reversão do potencial de membrana acontece devido a abertura dos canais de potássio

# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

Potencial de ação nas células contráteis:

- ✓ Despolarização (movimento  $\text{Na}^+$  pela junção GAP e abertura dos canais de  $\text{Na}^+$  na célula)
- ✓ Platô (entrada de  $\text{Ca}^{2+}$  lenta e saída de  $\text{K}^+$ )

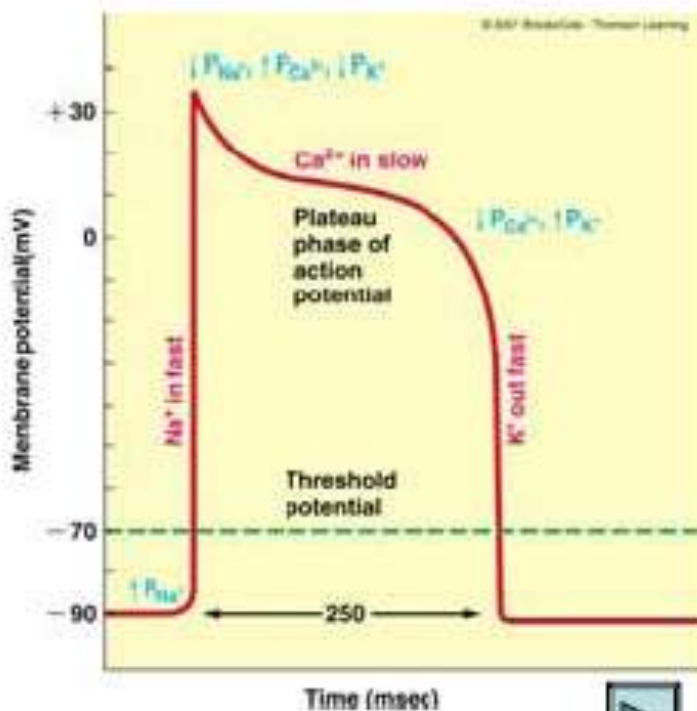
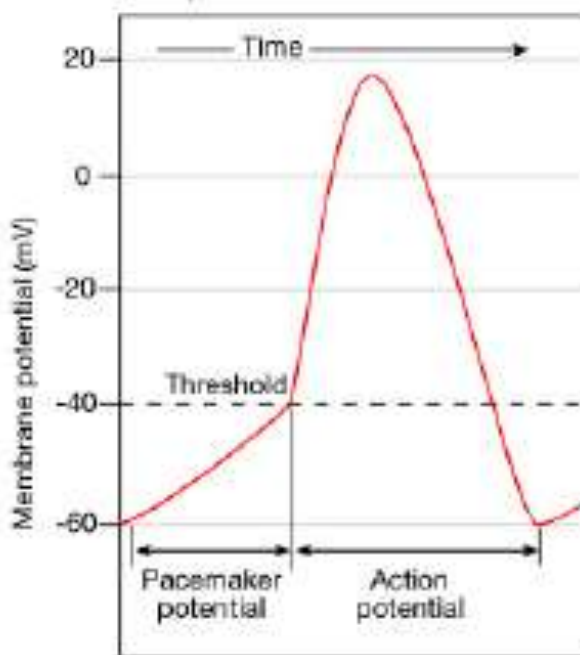
Obs: O  $\text{Ca}^{2+}$  inicia a contração muscular

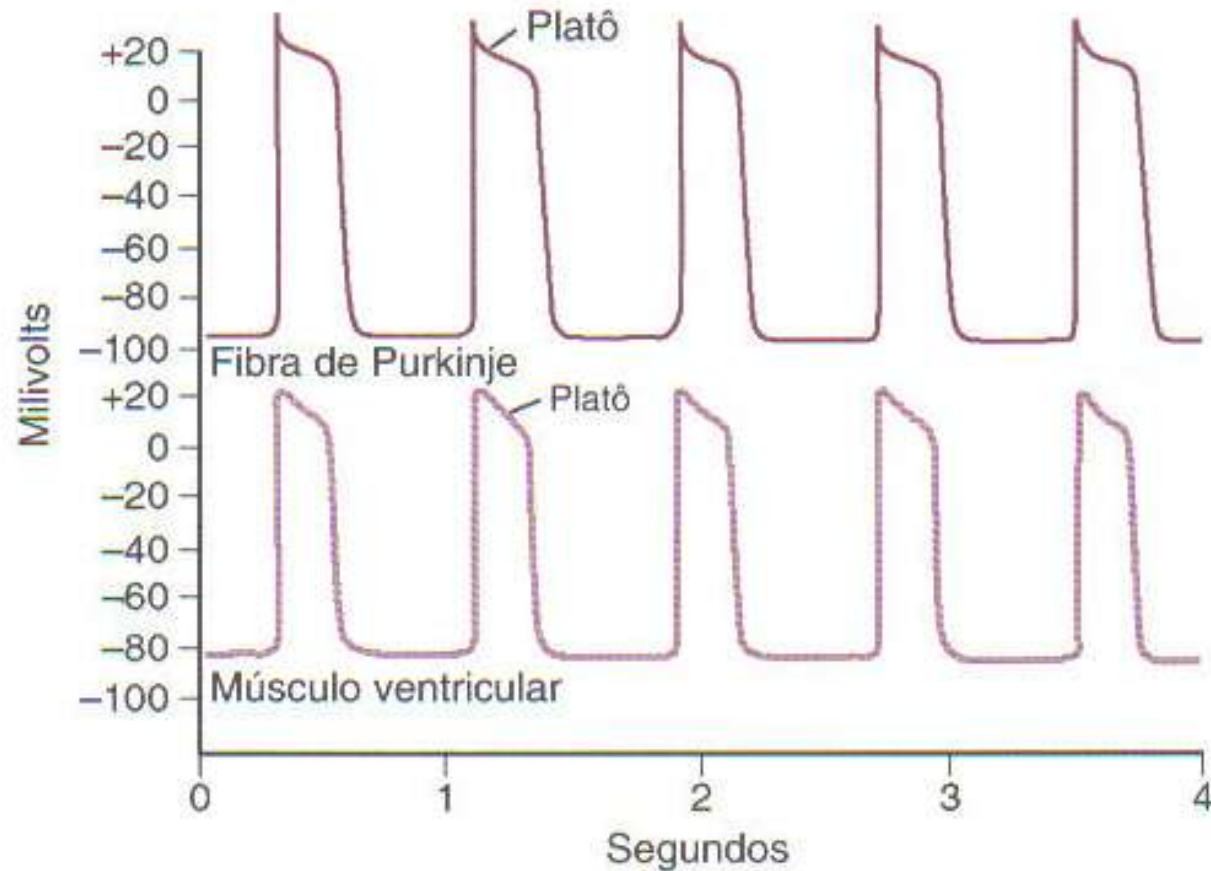
- ✓ Repolarização (abertura de canais de  $\text{K}^+$ )

Obs: A capacidade de determinadas células cardíacas de se auto-estimular é conhecido como automaticidade

# SISTEMA DE CONDUÇÃO

## 1. Potenciais de ação em células marcapasso

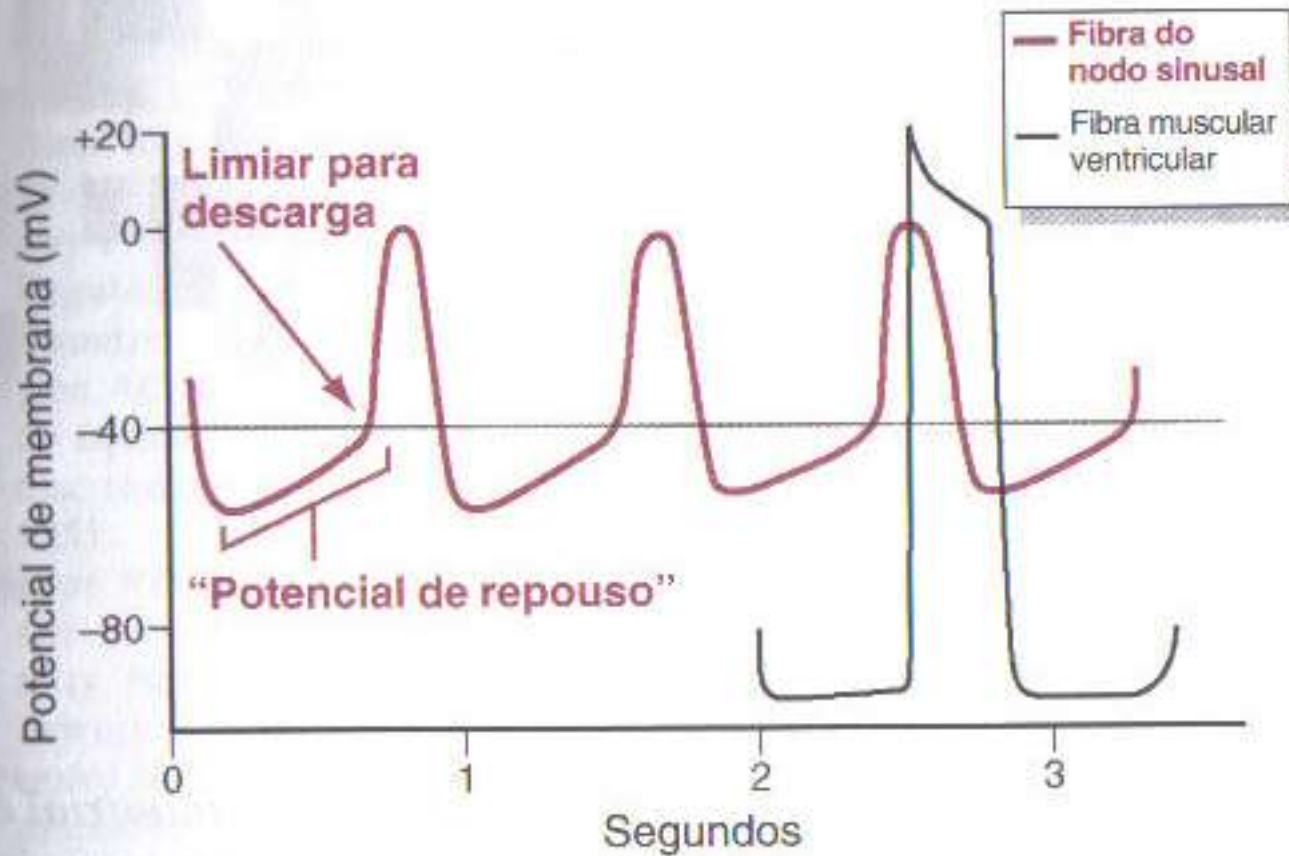




**FIG. 9.3**

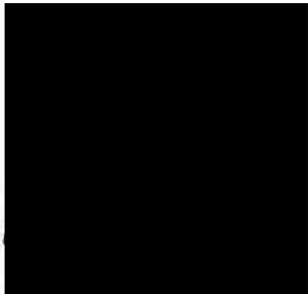
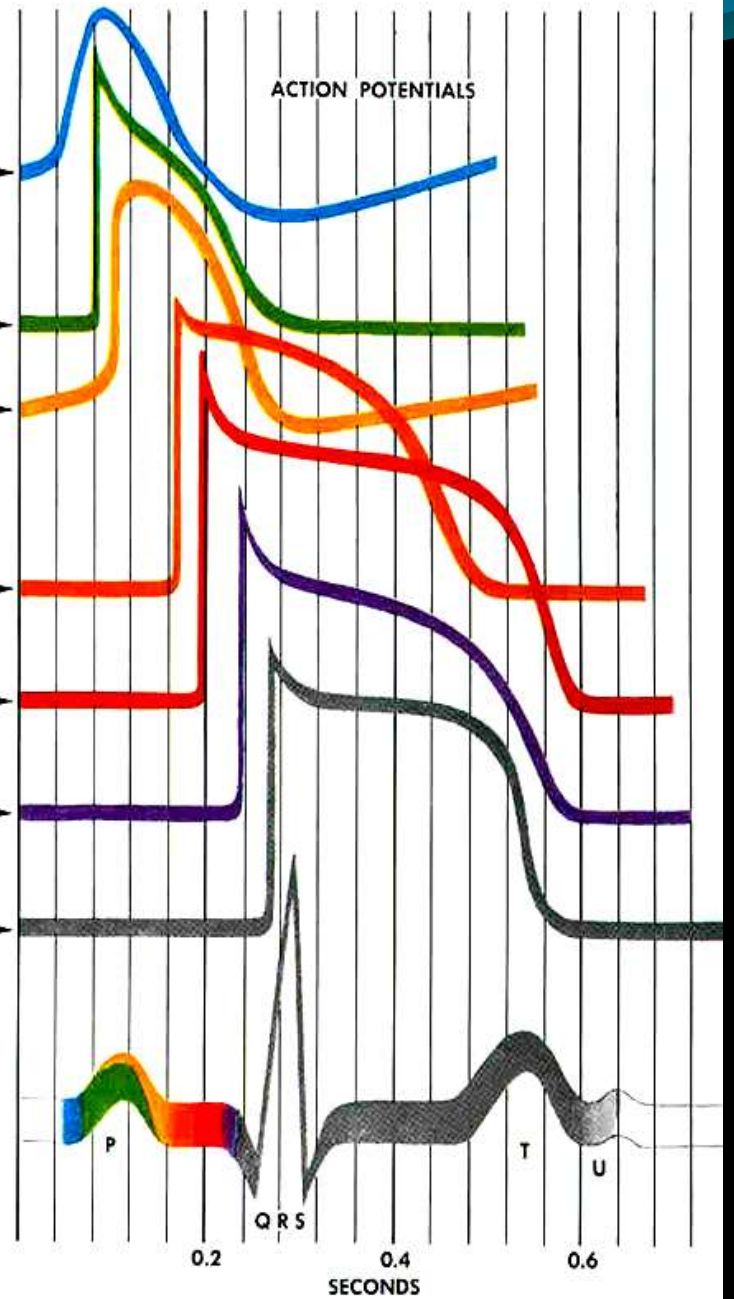
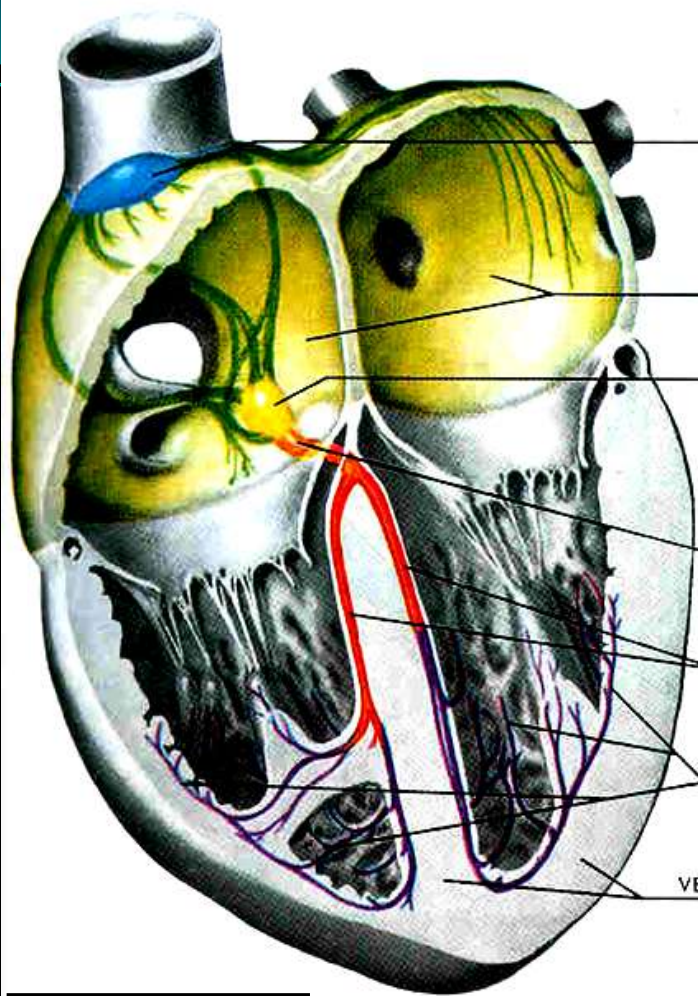
Potenciais de ação rítmicos (em milivolts) da fibra de Purkinje e de uma fibra muscular ventricular, registrados por meio de microeletrodos.

# POTENCIAL DE AÇÃO CARDÍACO – Nó SA e Ventrículo



**FIG. 10.2**

Descarga rítmica de fibra nodal sinusal. Também, o potencial de ação nodal sinusal é comparado com o de fibra muscular ventricular.



## Propagação do impulso eléctrico

Nó SA (“Pacemaker”)



Propagação do impulso pelas aurículas através do tracto interatrial e das junções de hiato



Tracto internodal



Nó AV (único ponto de contacto eléctrico entre aurículas e ventrículos)



Atraso de 0,1s

Feixe de His



Rede de Purkinje



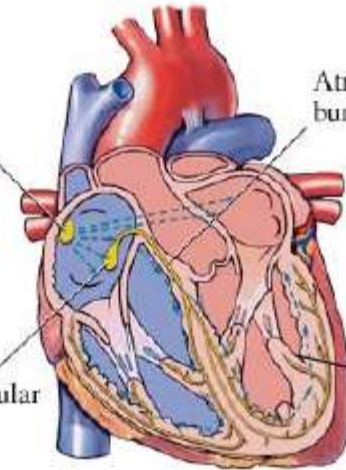
Miocárdio do ventrículo

Sinoatrial (SA) node/ pacemaker

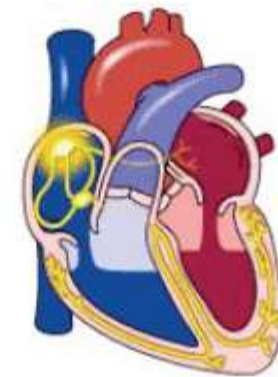
Atrioventricular bundle (bundle of His)

Atrioventricular (AV) node

Rede de Purkinje



(Silverthorn, *Human Physiology*)



(Michael Troyan, <http://www.bmb.psu.edu/courses>)



# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

## 1) AUTOMATICIDADE

- **Atividade rítmica que persiste mesmo fora do corpo;**
- **Automatismo diferenciado no tecido cardíaco;**

**SA – ritmo sinusal (75-80 bpm)**

**AV – ritmo nodal (45-60 bpm)**

**Feixe de His (15-45 bpm)**

**Fibras de Purkinje (15 bpm)**

**CRONOTROPISMO**

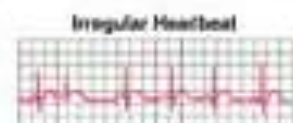
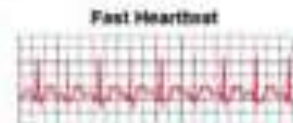
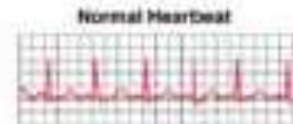
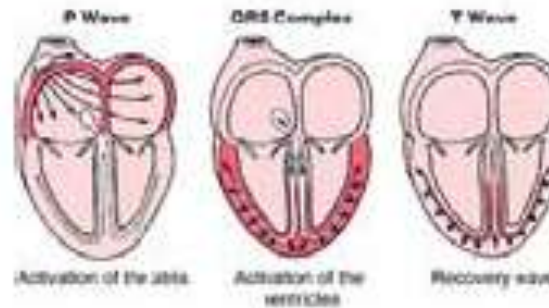
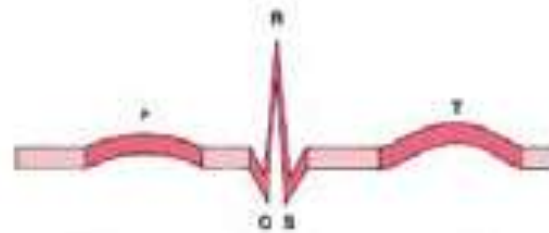
# ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

## 2) CONDUTIBILIDADE

Fibras de Purkinje (5 m/s) > miocárdio e feixe de His (0,8 – 1,0 m/s) > nodo sinoatrial (0,05 m/s) > nodo atrioventricular (0,03 – 0,05 m/s)

DROMOTROPISMO

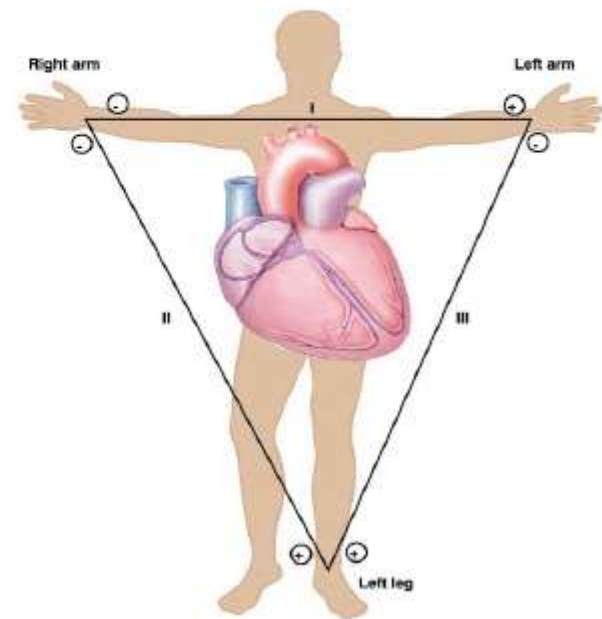
# ELETROCARDIOGRAMA



## *O Electrocardiograma*

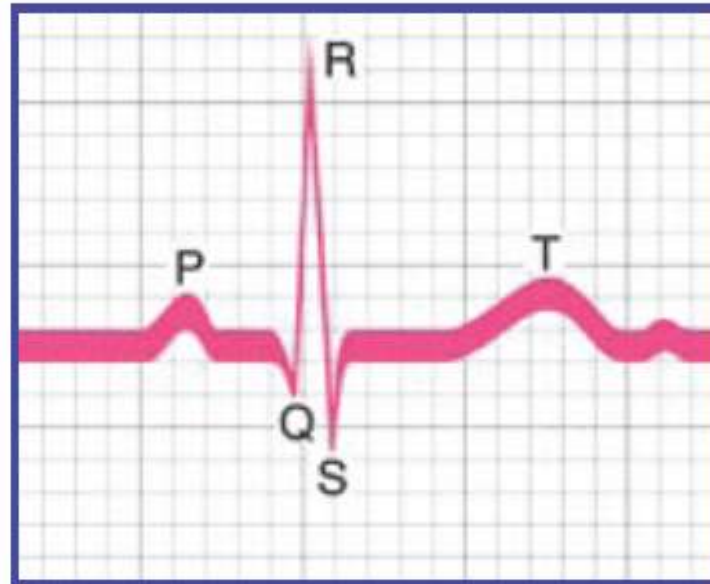
---

- ▶ Corresponde à actividade eléctrica do coração medida na superfície da pele.
- ▶ Não é uma medida directa da actividade eléctrica do coração
- ▶ É uma representação complexa da actividade eléctrica e que não pode ser comparado à actividade medida numa única célula
- ▶ Representa uma comparação da voltagem medida por 2 eléctrodos.



## *As ondas no Eletrocardiograma*

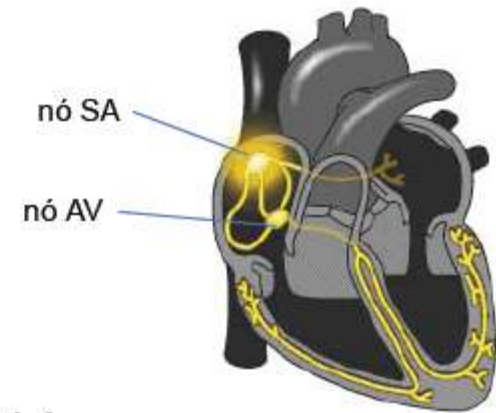
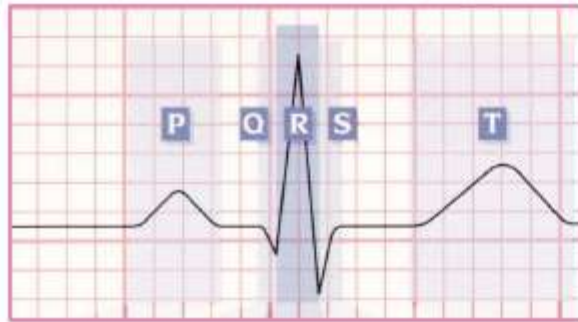
---



University of  
Maryland Medicine

- ▶ Onda P – Despolarização auricular
- ▶ Complexo QRS – Despolarização ventricular
- ▶ Onda T – Repolarização ventricular

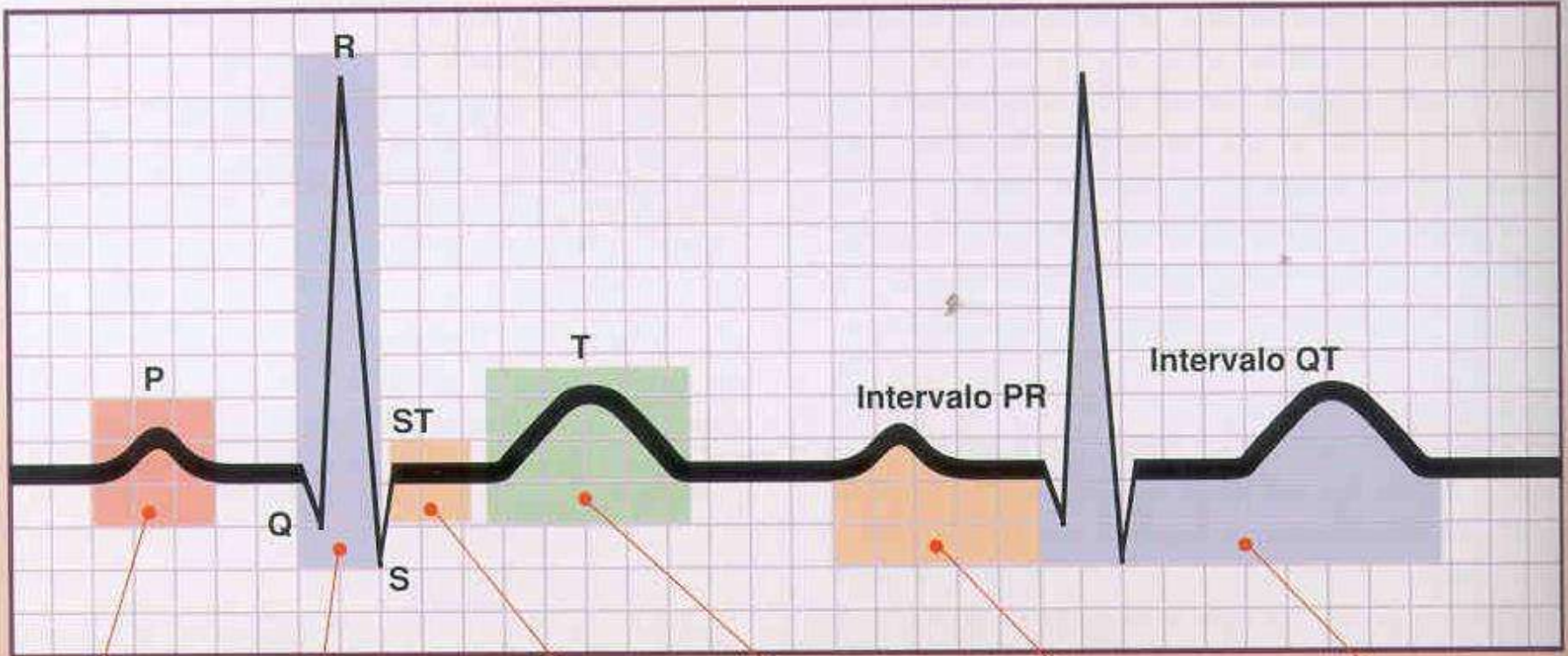
## As ondas no Eletrocardiograma



Adaptado de *University of Virginia Health System*

- O disparo do nó SA não surge no ECG
- Não existe uma onda específica para a repolarização atrial
- A onda P é muito mais pequena que o complexo QRS
- Períodos nos quais não se observa corrente:
  - ◆ Atraso no nó AV – segmento PR
  - ◆ Contração e esvaziamento dos ventrículos – segmento ST
  - ◆ Quando o músculo está completamente em descanso – intervalo TP

# O ECG



Despolarização atrial (onda P)

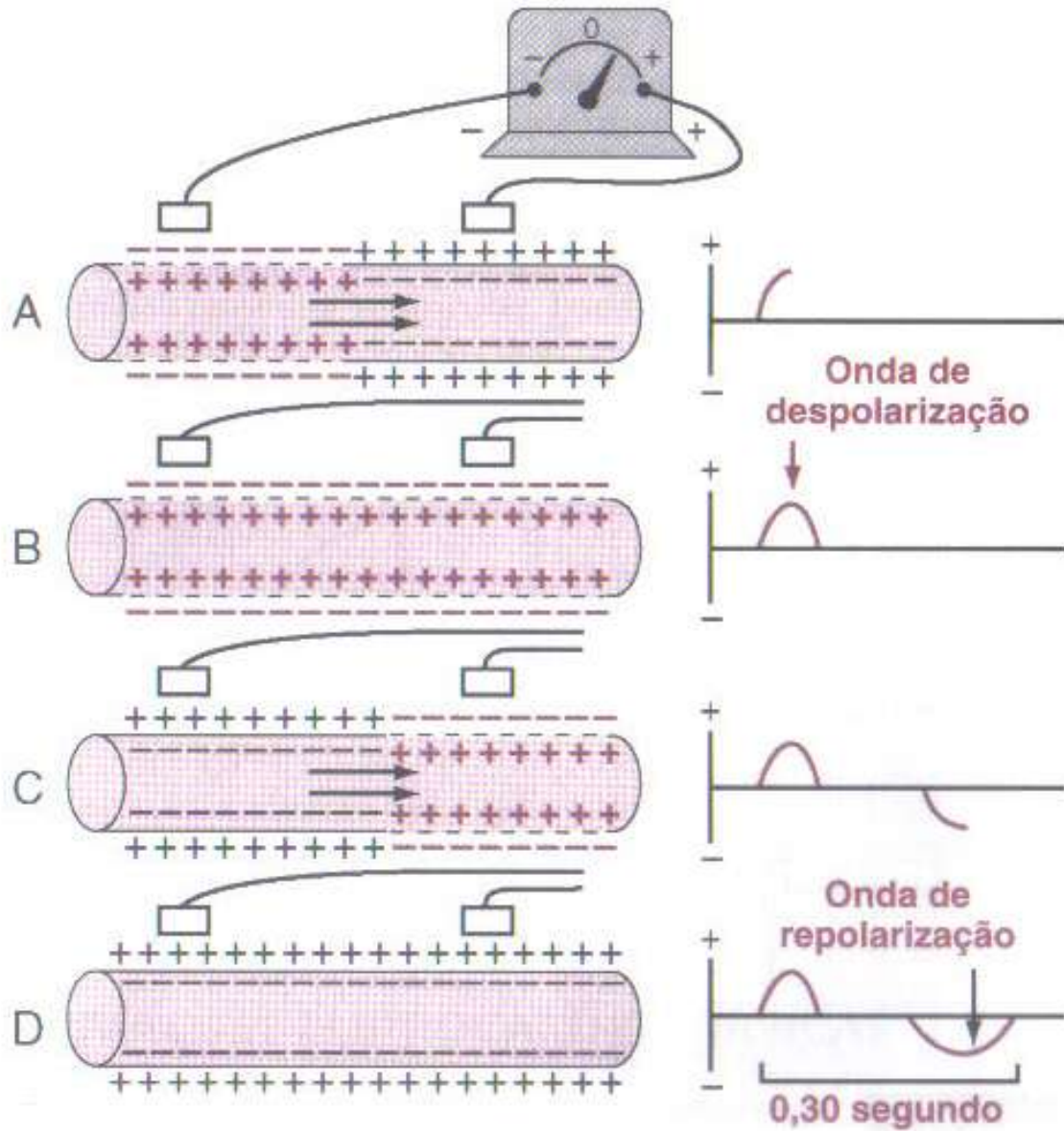
Despolarização ventricular (QRS)

Repolarização ventricular (segmento ST)

Repolarização ventricular (onda T)

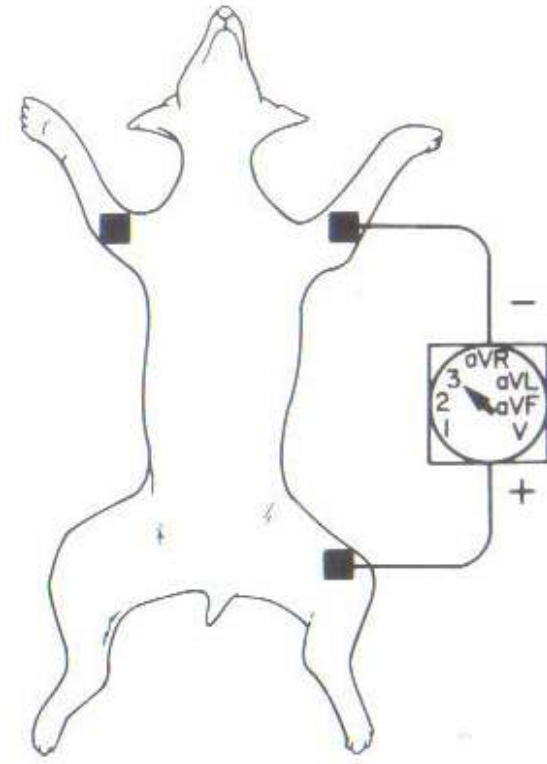
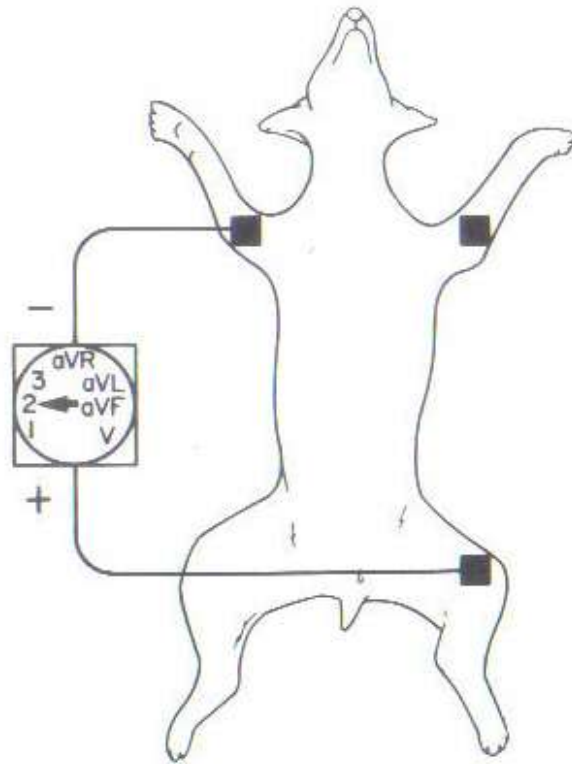
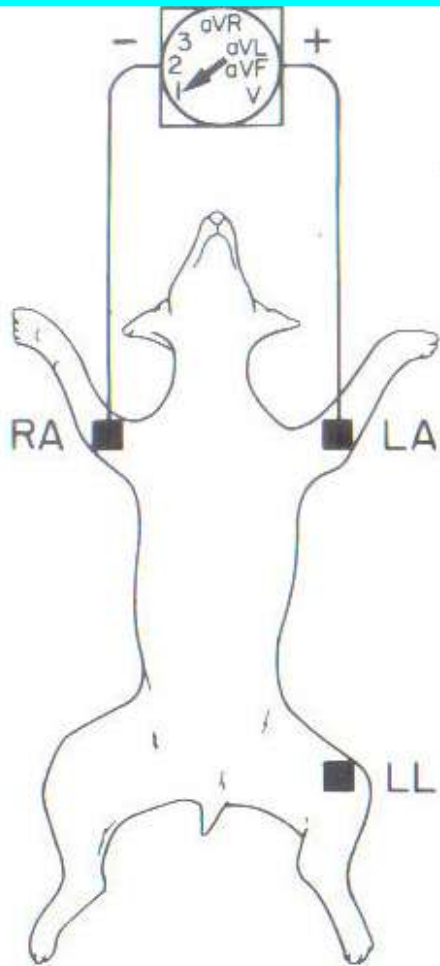
Intervalo PR

Despolarização e repolarização ventricular (intervalo QT)

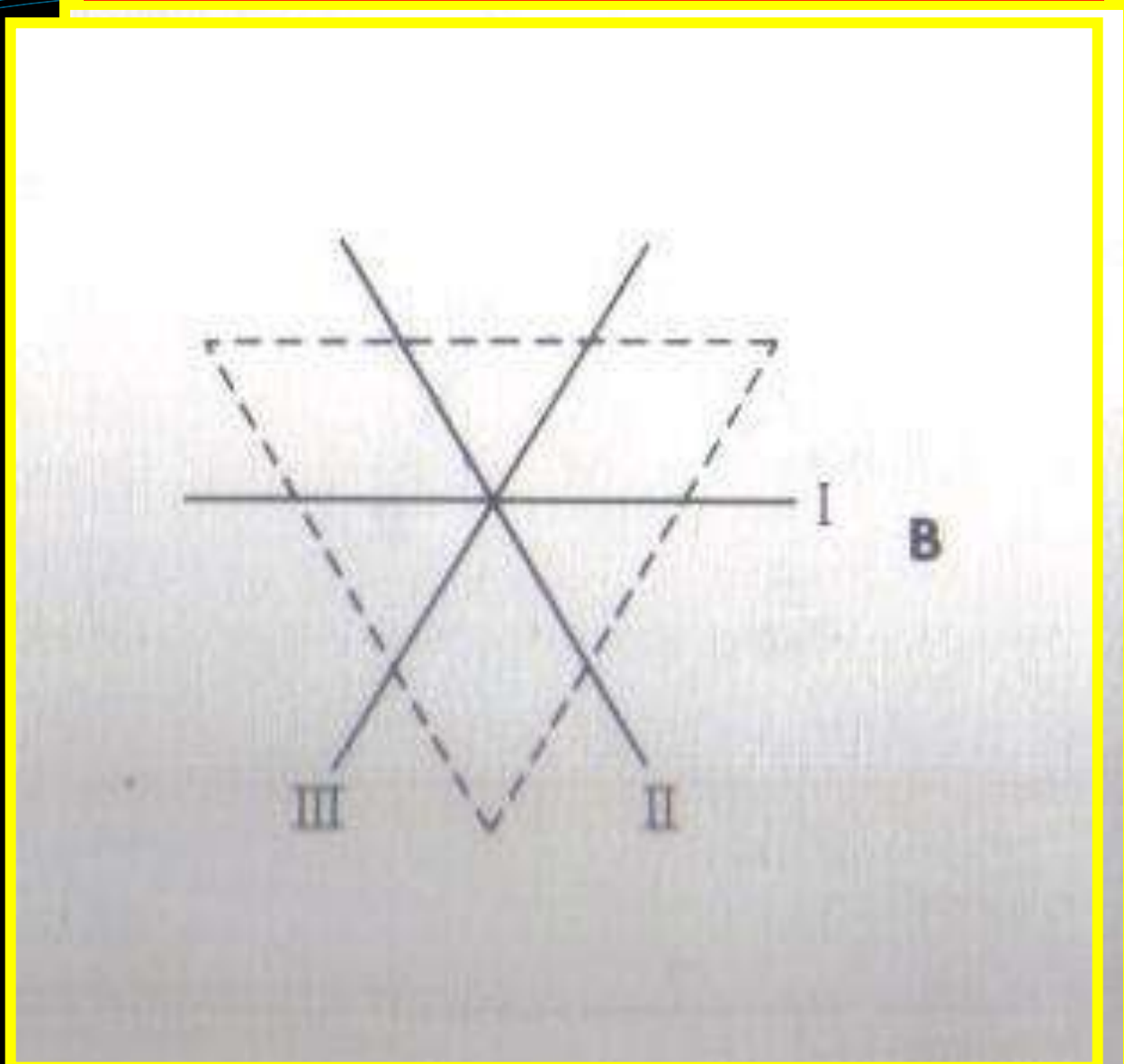




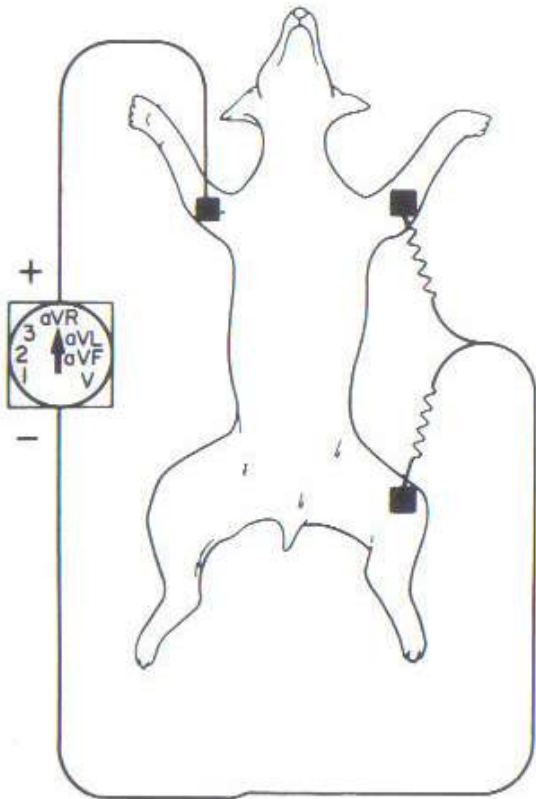
# DERIVAÇÕES BIPOLARES PERIFÉRICAS PADRÃO



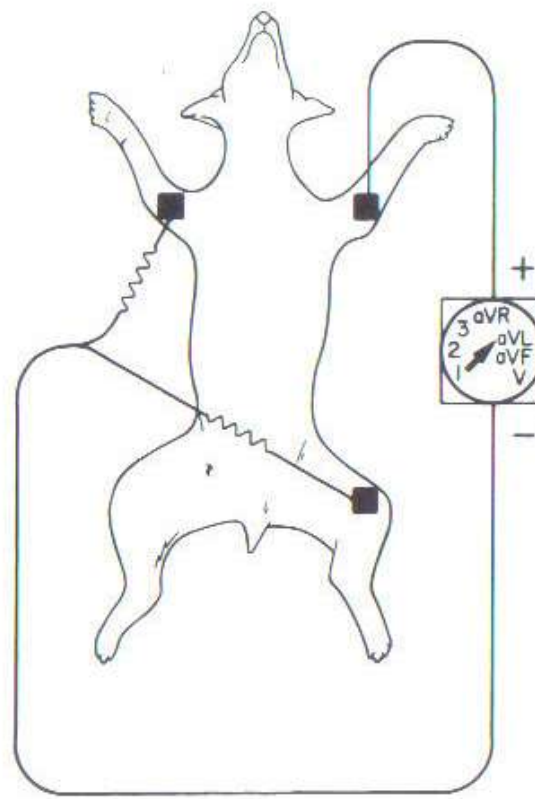
# O TRIÂNGULO DE EINTHOVEN



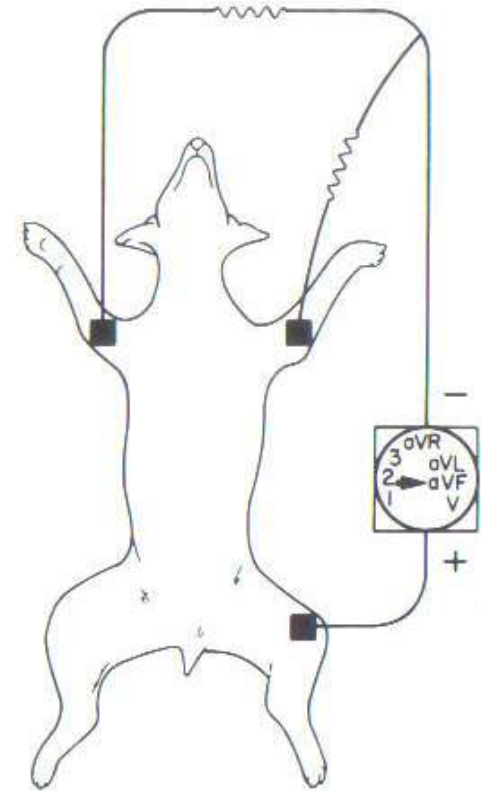
# DERIVAÇÕES UNIPOLARES AUMENTADAS



LEAD aVR

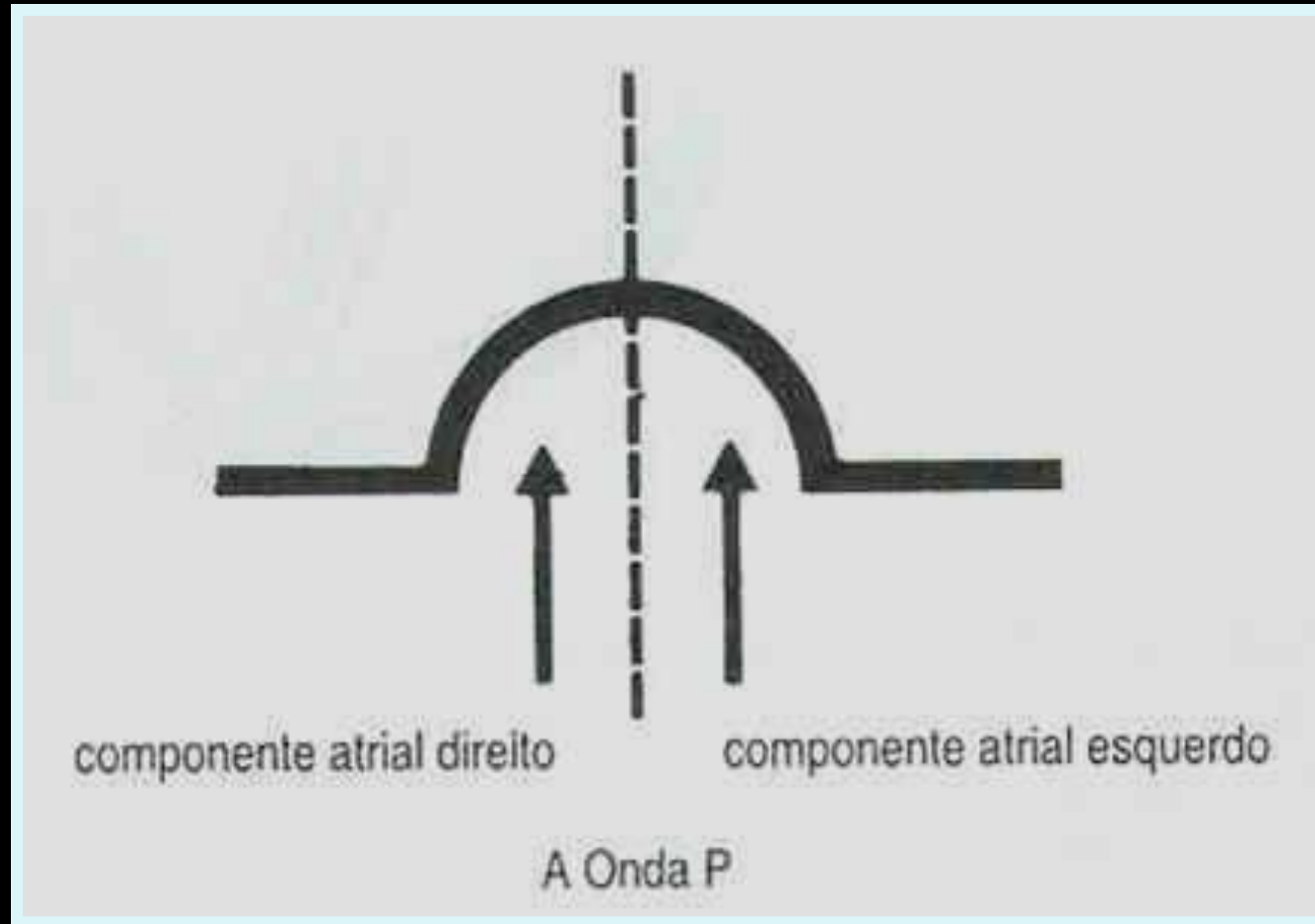
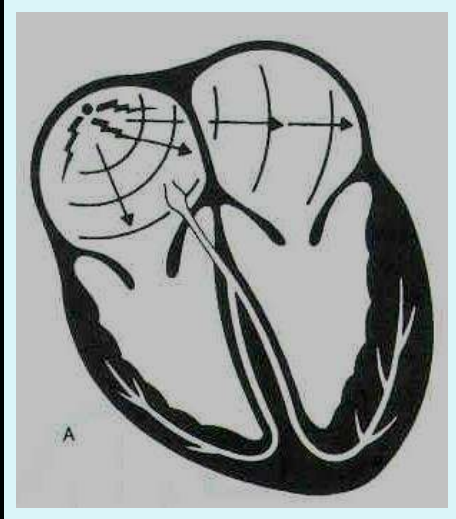


LEAD aVL



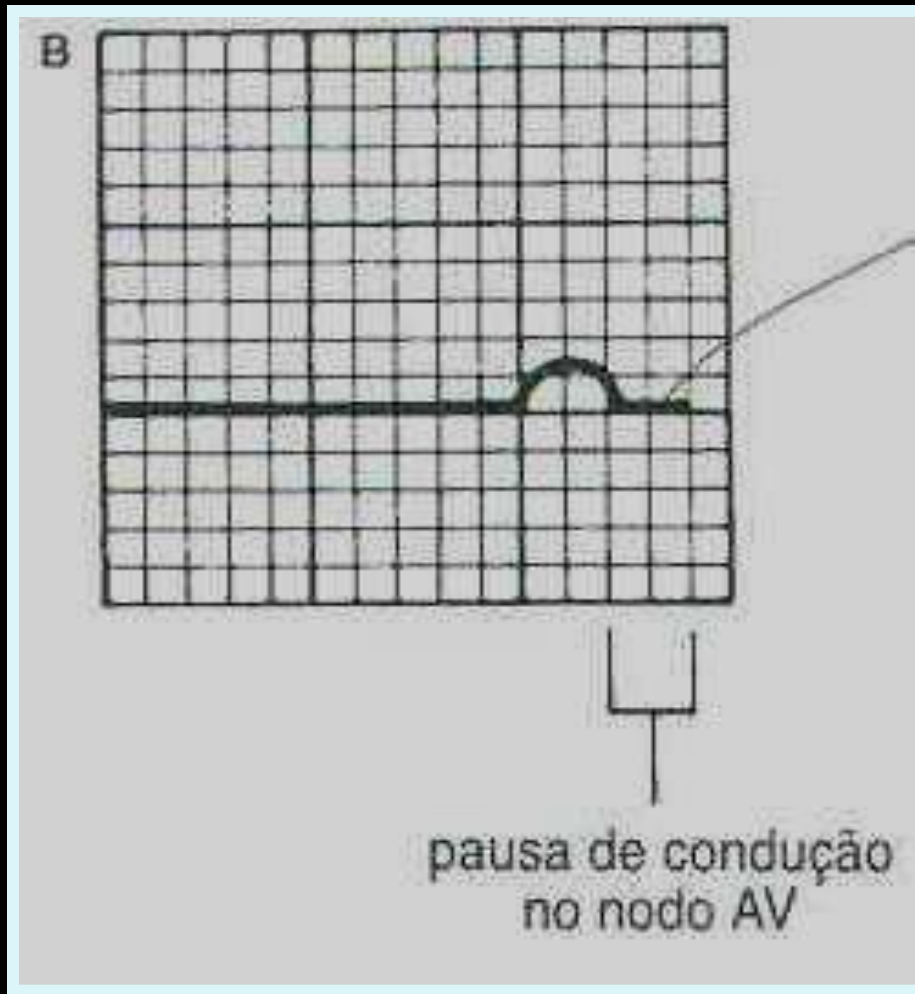
LEAD aVF

# Despolarização Atrial

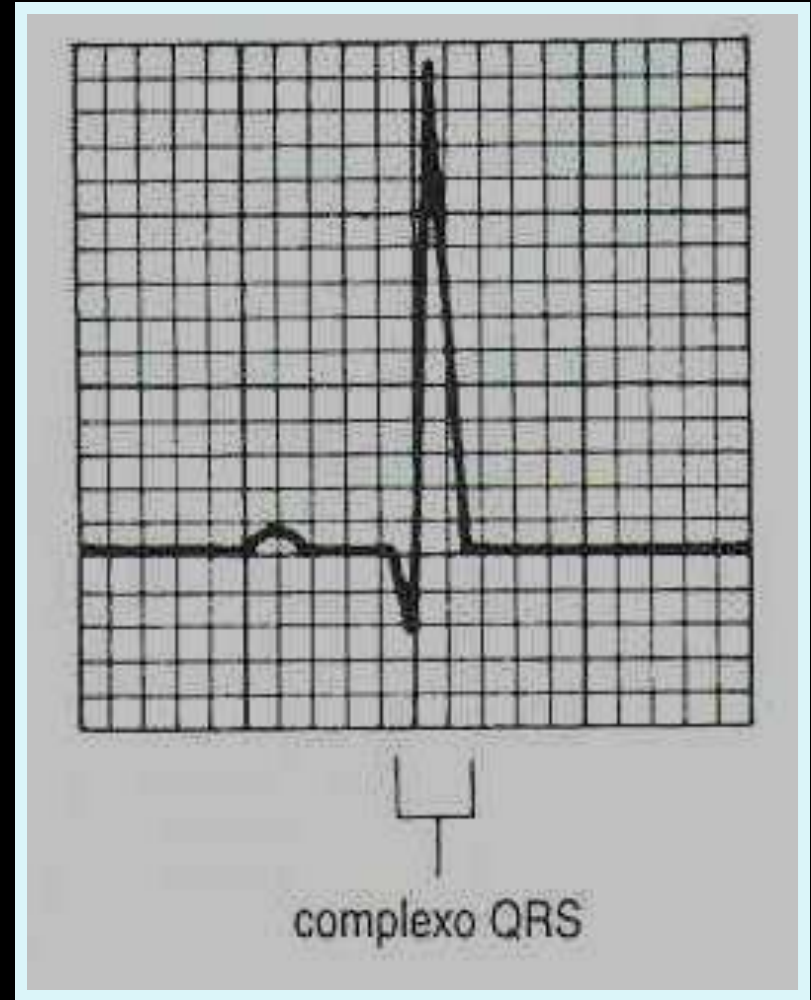
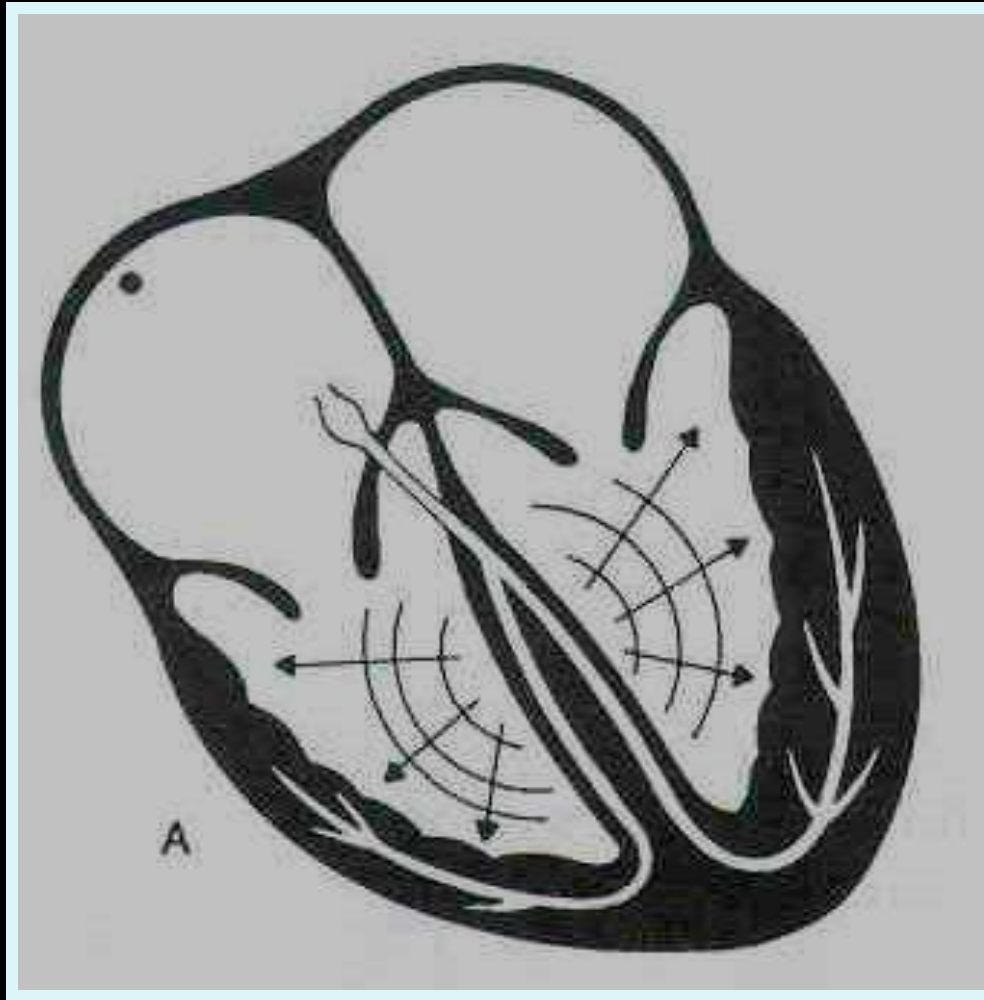


- onda P  
ocorre

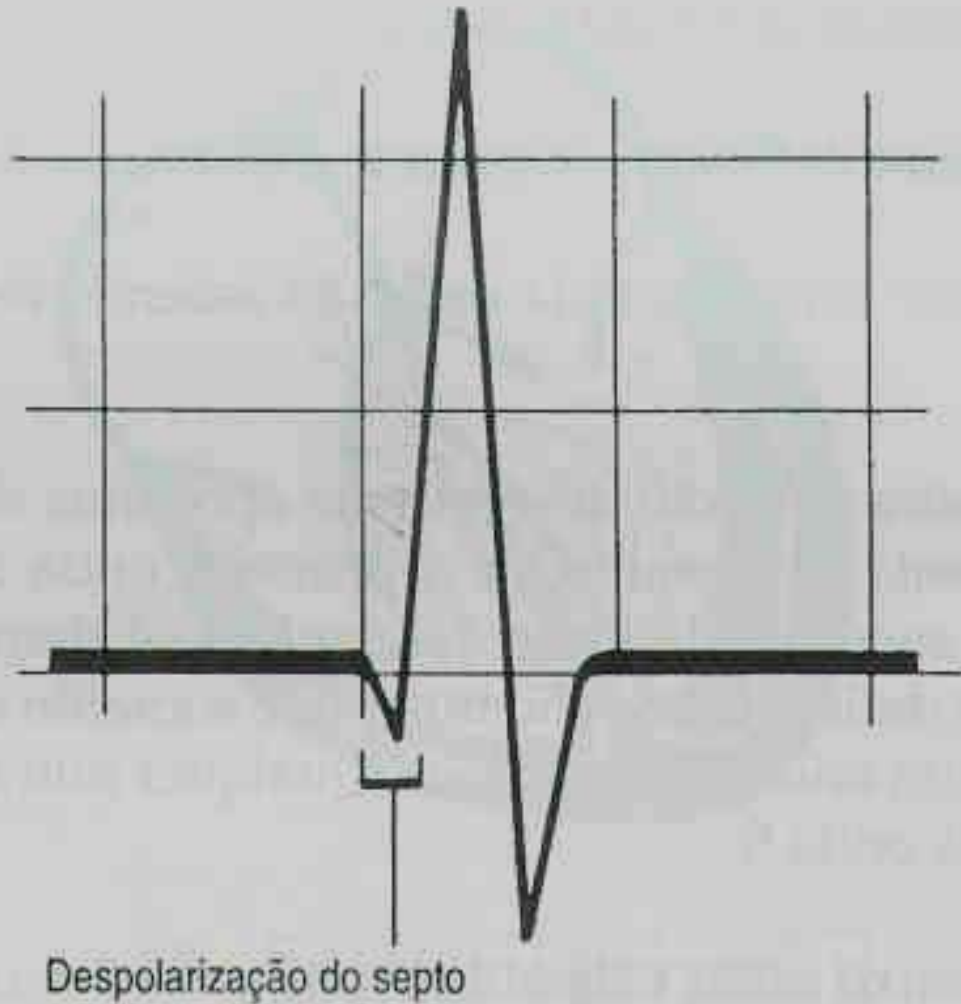
# Pausa entre Átrios e Ventrículos



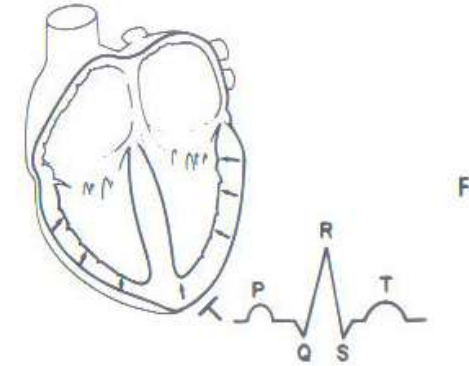
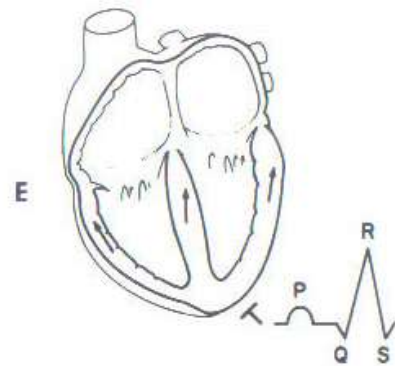
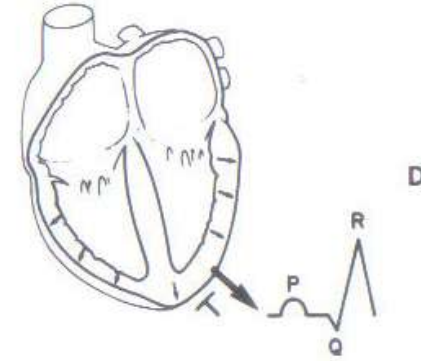
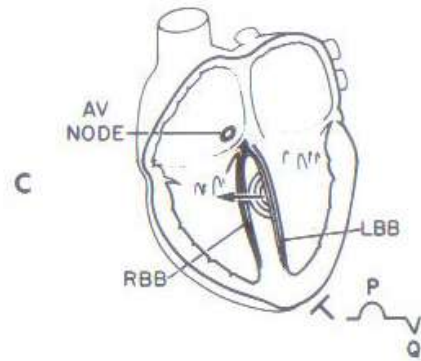
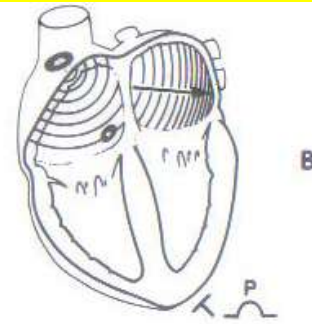
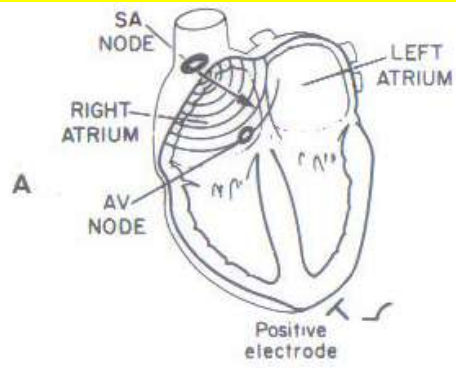
# Despolarização Ventricular



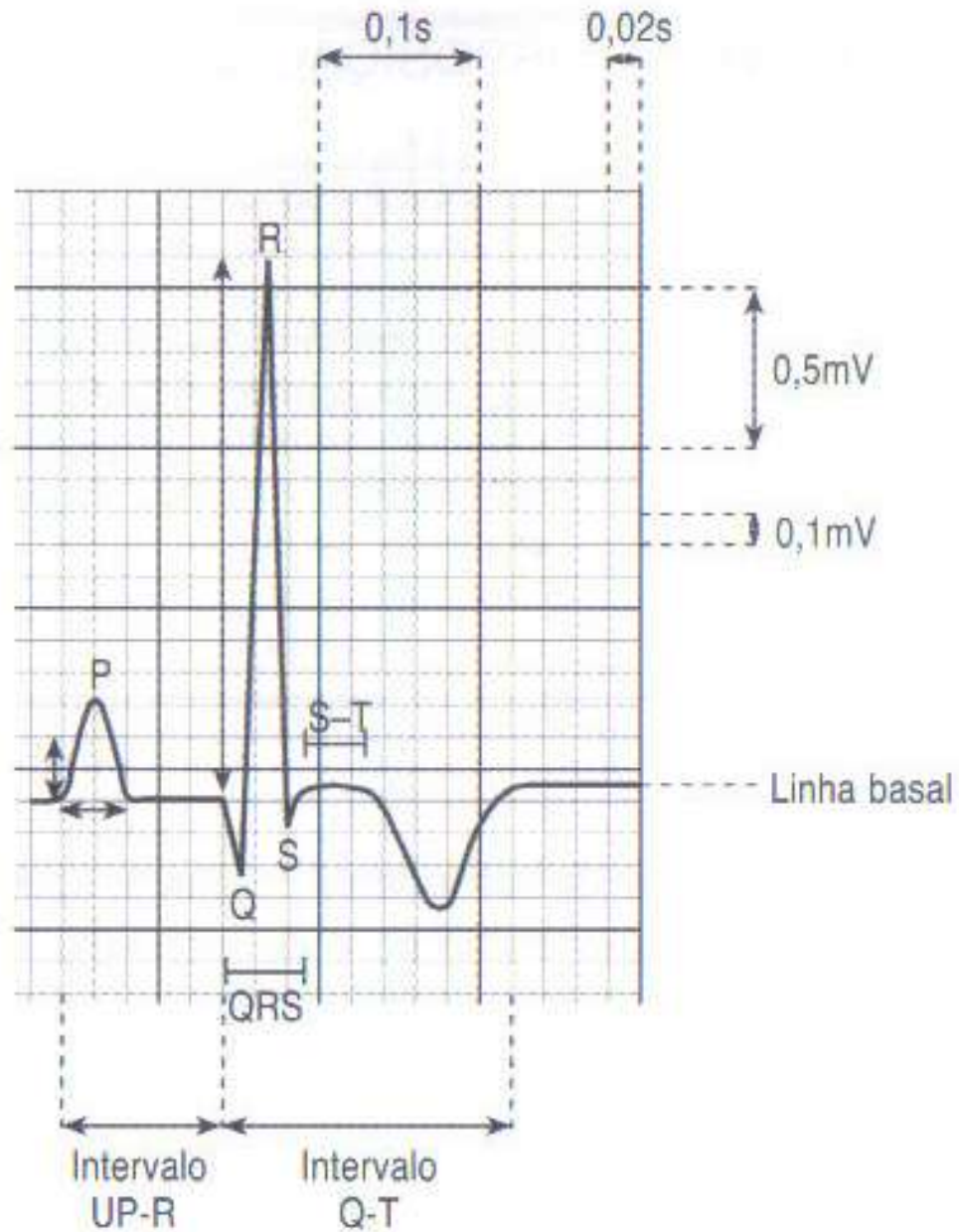
# Partes do Complexo QRS

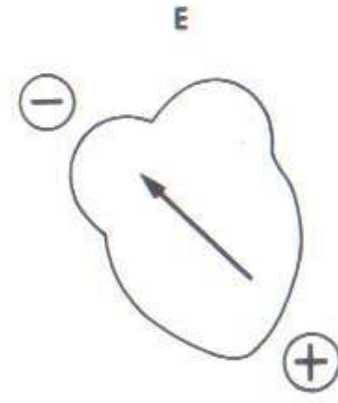
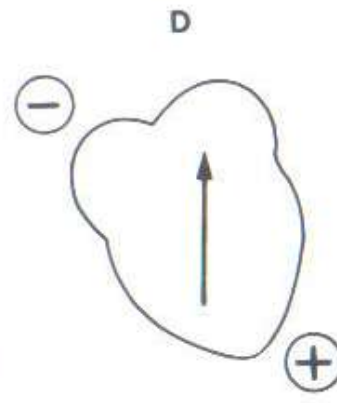
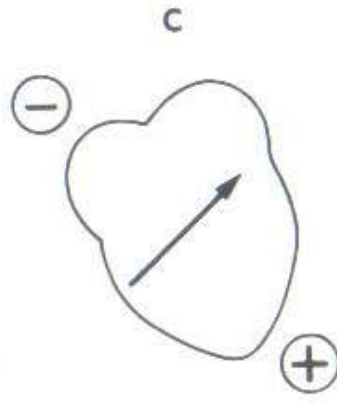
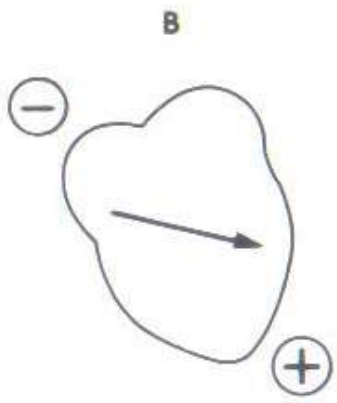
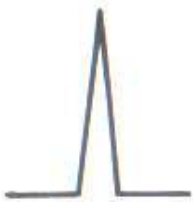
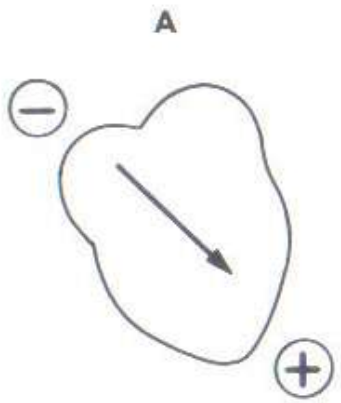


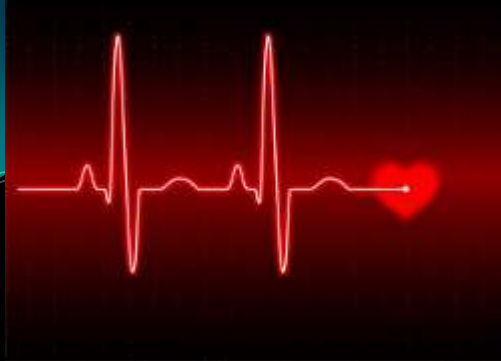
1a





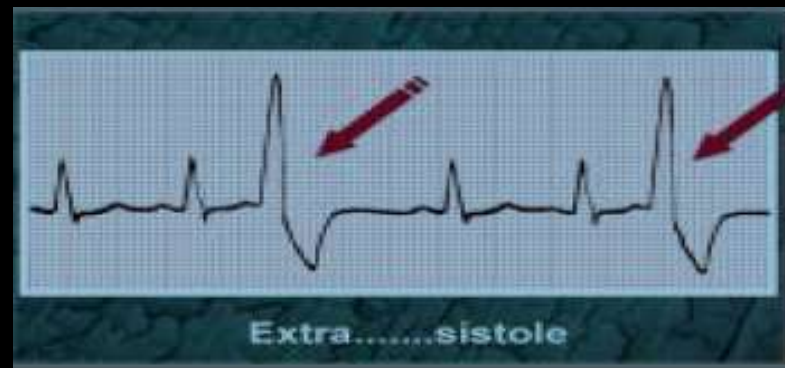






# ARRITMIAS

- Anormalidades do impulso cardíaco (ritmo variável, batimentos suplementares e pausas, ritmo rápido e bloqueios cardíacos)
  - sítio de formação
  - regularidade
  - frequência – muito altas ou muito baixas



## ELETROFISIOLOGIA

### CLASSIFICAÇÃO DAS ARRITMIAS

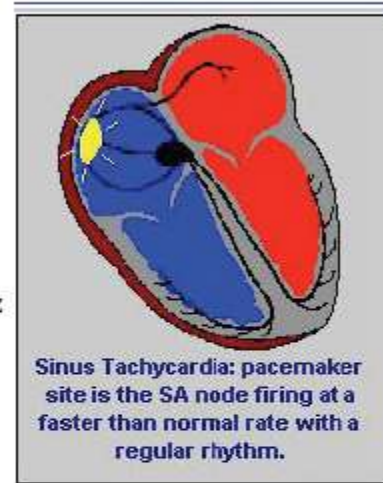
- **BRADIARRITMIAS OU TAQUIARRITMIAS**
- **SUPRAVENTRICULARES OU VENTRICULARES**
- **BENIGNAS OU MALIGNAS**

## Alterações de frequência

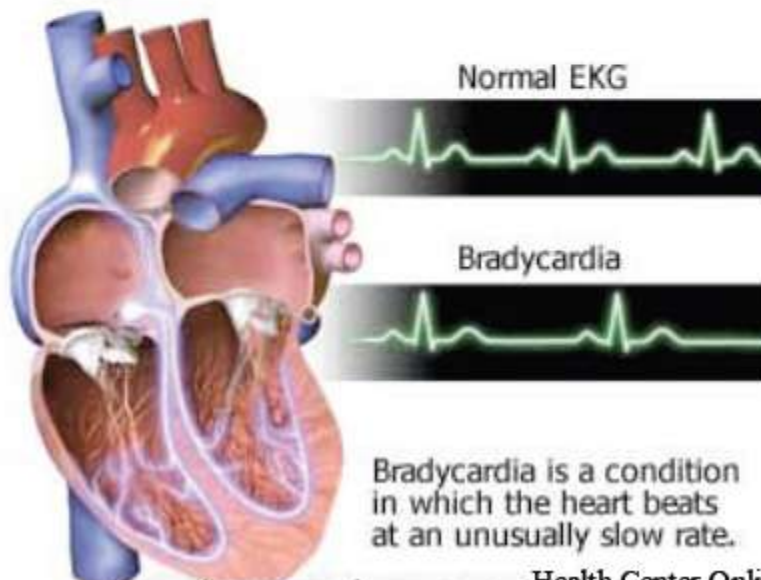
- ▶ Taquicardia ( $> 100$  batimentos/min)



www.cssolutions.biz



- ▶ Braquicardia ( $< 60$  batimentos/min)



Health Center Online

## *Alterações no ritmo - Arritmias*

---

► Fibrilação auricular

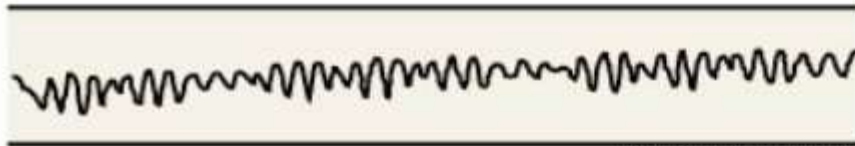
Atrial fibrillation



Silverthorn, Human Physiology

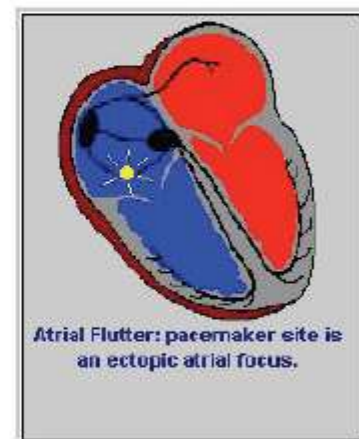
► Fibrilação ventricular

Ventricular fibrillation



Silverthorn, Human Physiology

► “Flutter” auricular



[www.cssolutions.biz](http://www.cssolutions.biz)

# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ELETROFISIOLOGIA

### MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS

#### ANORMALIDADES NA GERAÇÃO DO IMPULSO

##### ➤ AUTOMATICIDADE ALTERADA



# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ELETROFISIOLOGIA

### MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS

#### ANORMALIDADES NA GERAÇÃO DO IMPULSO

##### ➤ AUTOMATICIDADE ALTERADA





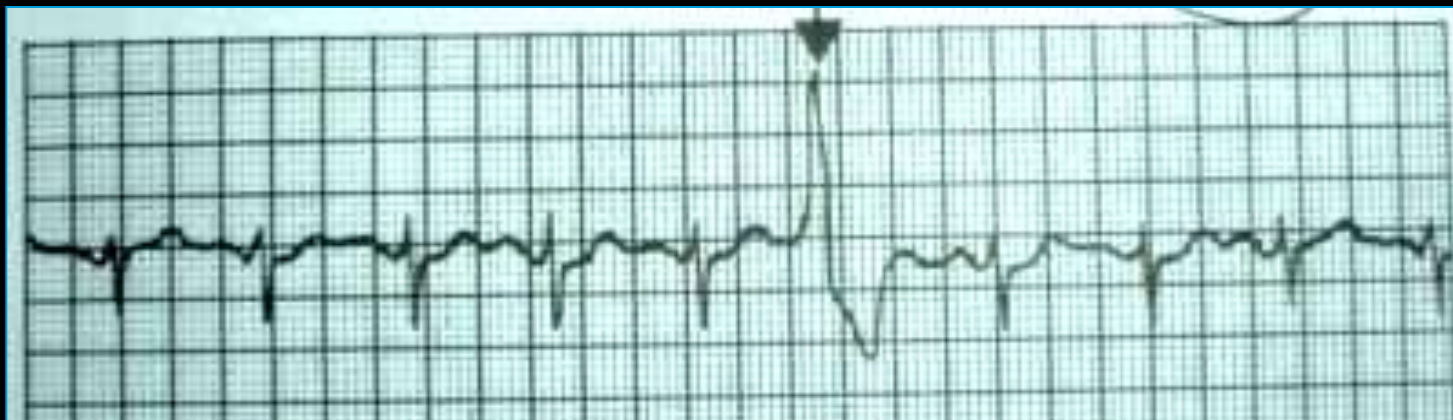
# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ELETROFISIOLOGIA

### MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS

#### ANORMALIDADES NA GERAÇÃO DO IMPULSO

##### ➤ AUTOMATICIDADE ANORMAL



# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ELETROFISIOLOGIA

### MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS

#### ANORMALIDADES NA GERAÇÃO DO IMPULSO

##### ➤ AUTOMATICIDADE ALTERADA



# **FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR**

## **ELETROFISIOLOGIA**

### **MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS**

#### **ANORMALIDADES NA GERAÇÃO DO IMPULSO**

##### **➤ AUTOMATICIDADE ALTERADA**





# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ELETROFISIOLOGIA

### MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELAS ARRITMIAS CARDÍACAS

### ANORMALIDADES NA CONDUÇÃO DO IMPULSO



# ATIVIDADE MECÂNICA DO CORAÇÃO

- ✓ Os débitos dos VD e VE por batimento são aproximadamente iguais e denominados volume sistólico (VS)
- ✓ Débito cardíaco = VS x frequência cardíaca (FC)
- ✓ Pressão arterial = DC x resistência periférica
- ✓ Volume sistólico = volume diastólico final – volume sistólico final
- ✓ Fração de ejeção = Volume sistólico/Volume diastólico final

Resumo do ciclo cardíaco:

1. Contração (sístole) e relaxamento (diástole) das câmaras do coração resultam em alterações de pressão e nos movimentos das valvas
2. VD irá alcançar pressões sistólicas máximas de 20 a 40 mmHg e o VE desenvolverá pressões de 100 a 160 mmHg no animal em repouso

## Lei de Frank-Starling

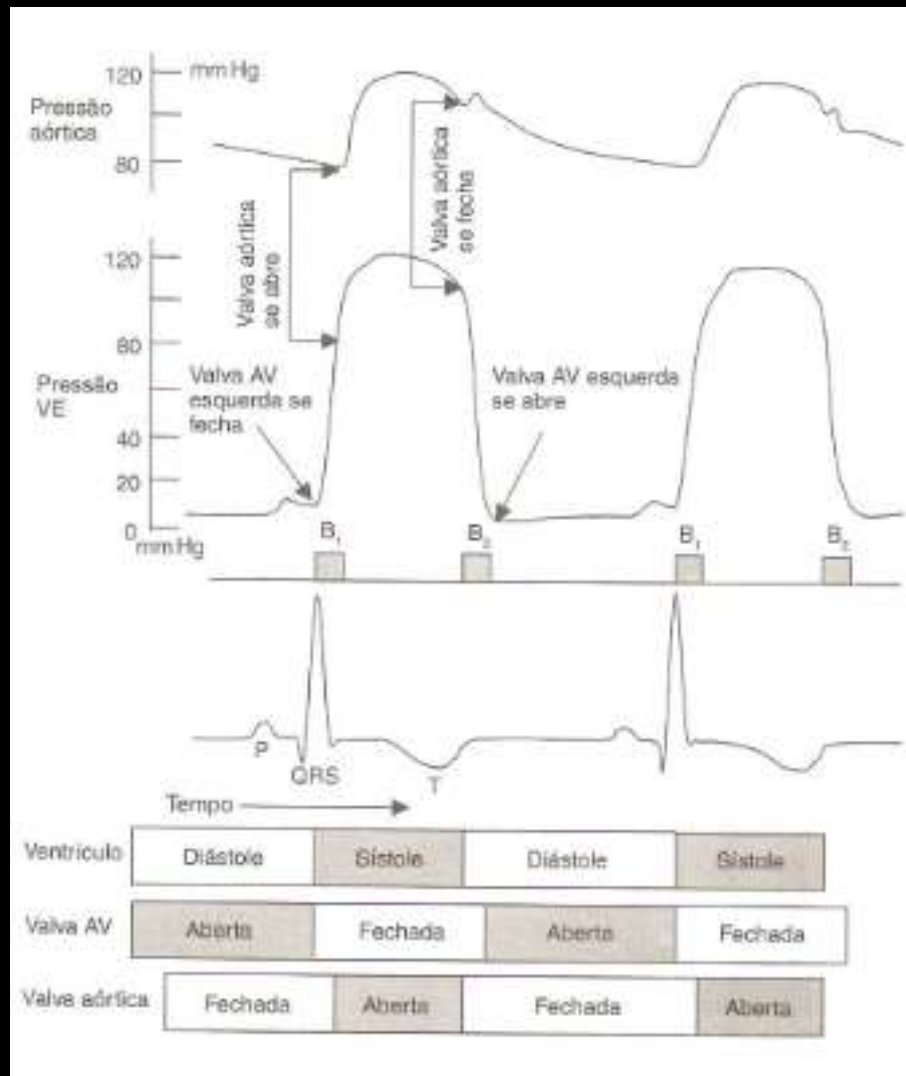
O factor mais importante é o grau de elasticidade da diástole.

### Lei de Frank-Starling



O coração normalmente bombeia todo o sangue que retorna ao coração; o aumento do sangue venoso que retorna resulta num aumento do "stroke" volume.

# Diagrama de um ECG e da pressão no VE e aorta





# ATIVIDADE MECÂNICA DO CORAÇÃO

Cardiac Cycle:  
7,8,9,12, 13,  
..18

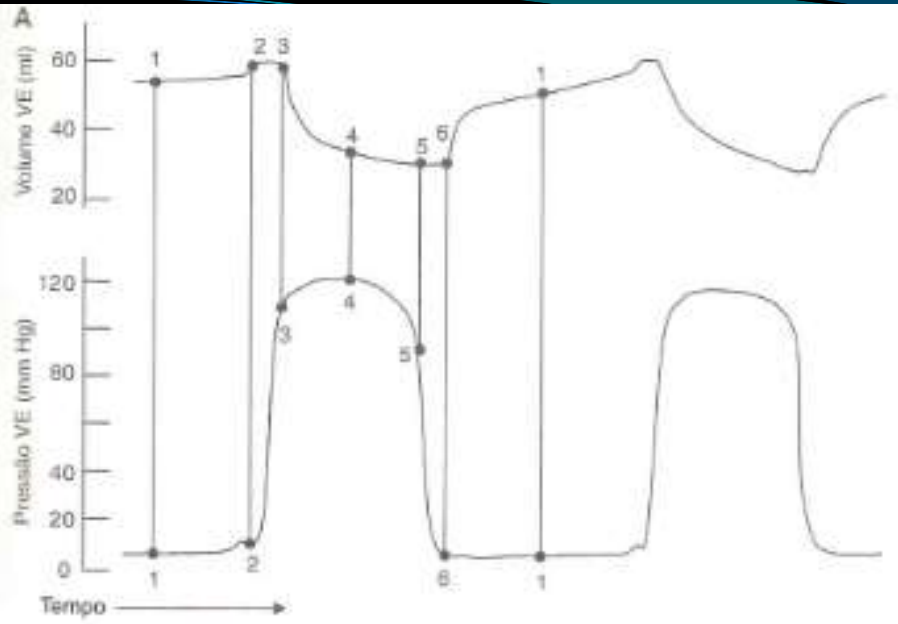
## Fases do ciclo cardíaco:

1. Contração isovolumétrica
2. Ejeção Máxima (75%)
3. Ejeção Reduzida (pressão ventricular cai abaixo da pressão aórtica)
4. Relaxamento isovolumétrico (Não altera o volume)
5. Enchimento ventricular rápido
6. Enchimento ventricular reduzido
7. Sístole atrial

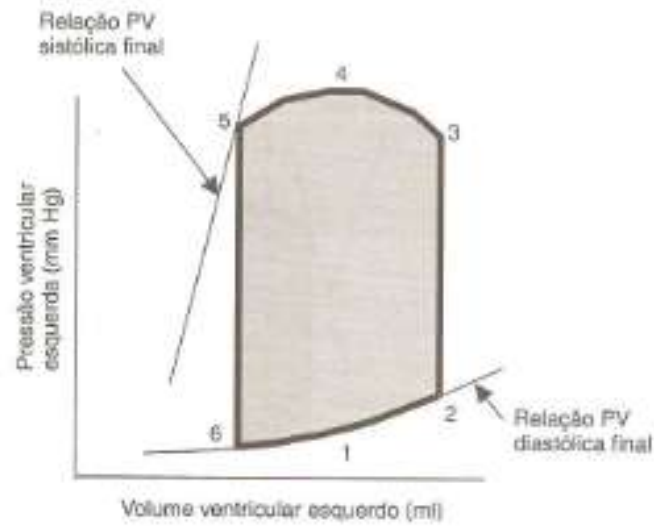
Obs: O ciclo cardíaco é dividido em sístole e diástole ventriculares. O fechamento da valva mitral marca o início da sístole ventricular e o fechamento da valva aórtica marca o início da diástole ventricular

Quadro 14.1. Fases do ciclo cardíaco

Fase	Número*	Eventos no início	Principais eventos durante o ciclo	Eventos no encerramento
Contração isovolumétrica	1	Início da contração ventricular	Fechamento das valvas atrioventriculares (AV), elevação rápida da pressão intraventricular sem alteração no volume	Abertura das valvas semilunares
Ejeção máxima	2	Abertura das valvas semilunares	Saída rápida de sangue dos ventrículos	Elevação máxima da pressão intraventricular
Ejeção reduzida	3	Elevação máxima da pressão intraventricular	Declínio da saída de sangue dos ventrículos	Início do relaxamento ventricular
Protodiástole	4	Início do relaxamento ventricular	Diminuição rápida na pressão intraventricular	Fechamento das valvas semilunares
Relaxamento isovolumétrico	5	Fechamento das valvas semilunares	Relaxamento ventricular prolongado, declínio rápido na pressão intraventricular sem alteração de volume	Abertura das valvas AV
Enchimento rápido	6	Abertura das valvas AV	Fluxo rápido de sangue das átrios para os ventrículos	Velocidade de enchimento reduzido
Díástase	7	Velocidade lenta do fluxo das átrios para os ventrículos	Enchimento lento e prolongado dos ventrículos	Início da contração atrial
Sístole atrial	8	Início da contração atrial	Fluxo aumentado das átrios para os ventrículos	Término da contração atrial e início da contração ventricular



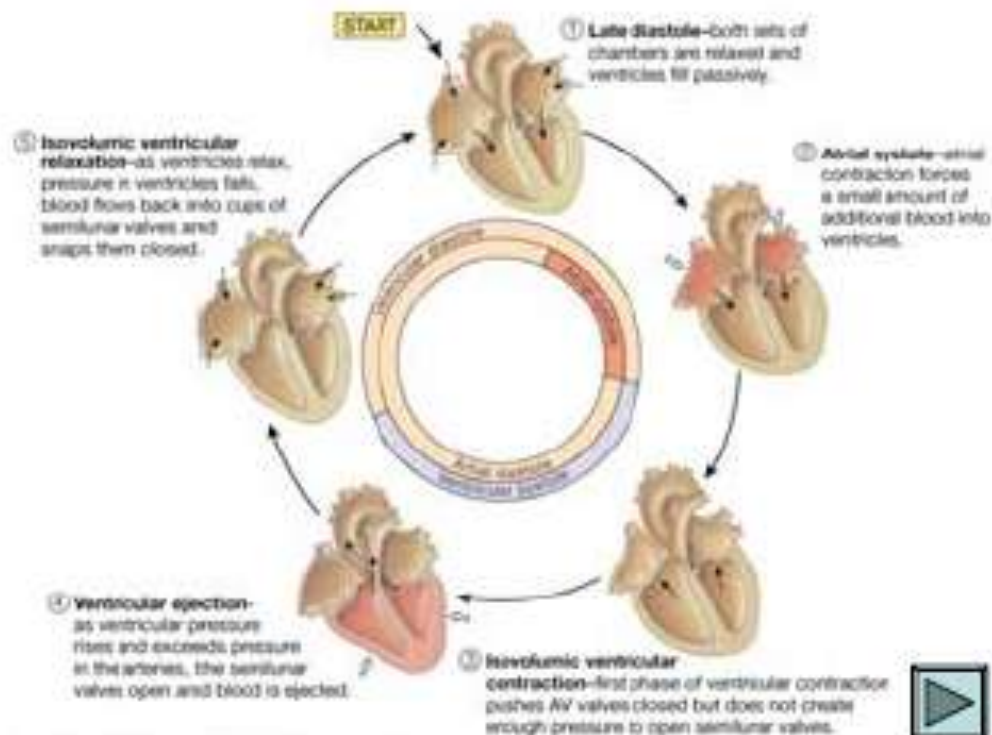
**B**



# ATIVIDADE MECÂNICA DO CORAÇÃO

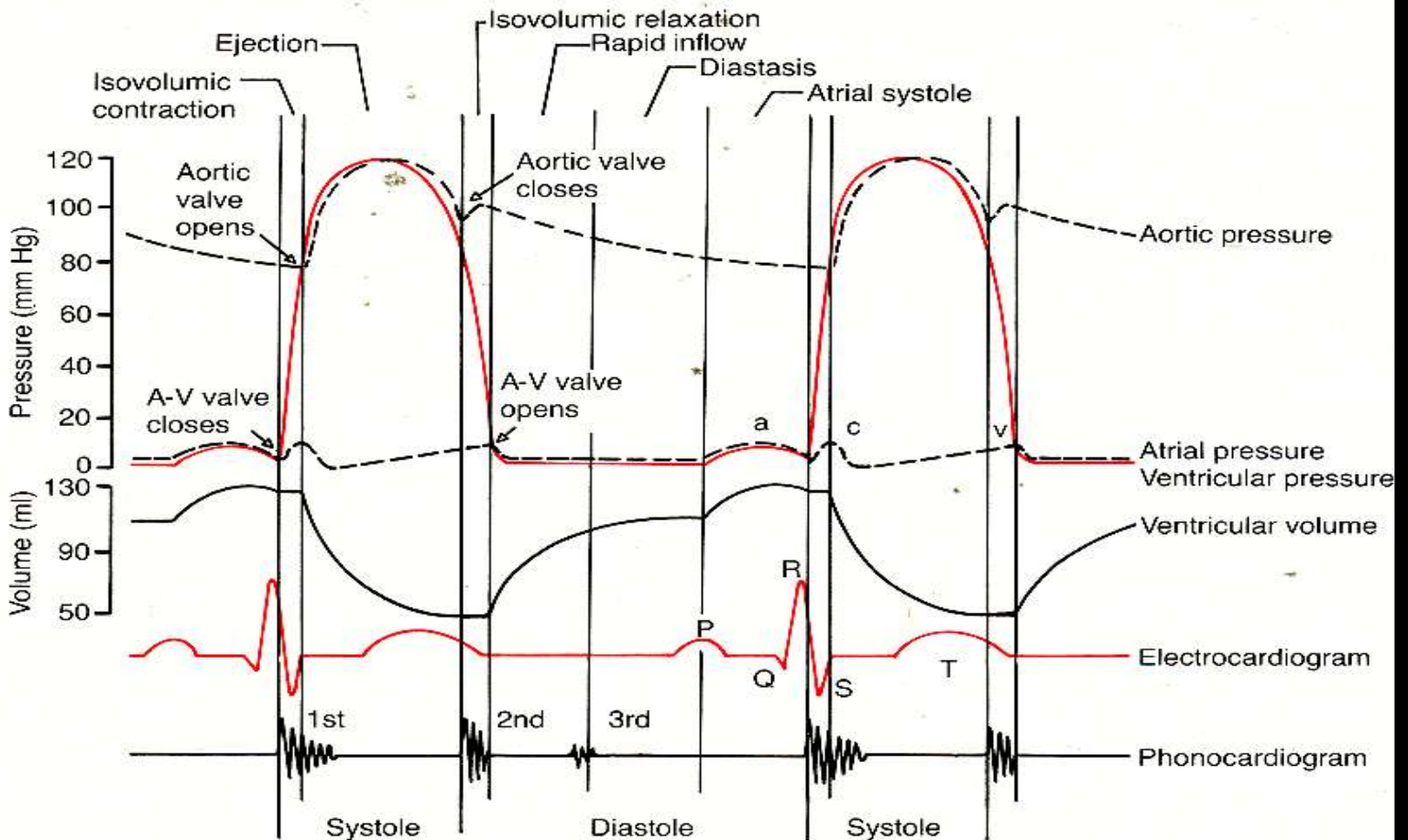
## CICLO CARDIACO

- Eventos associados com o fluxo sanguíneo no coração
  - Sístole
  - Diástole

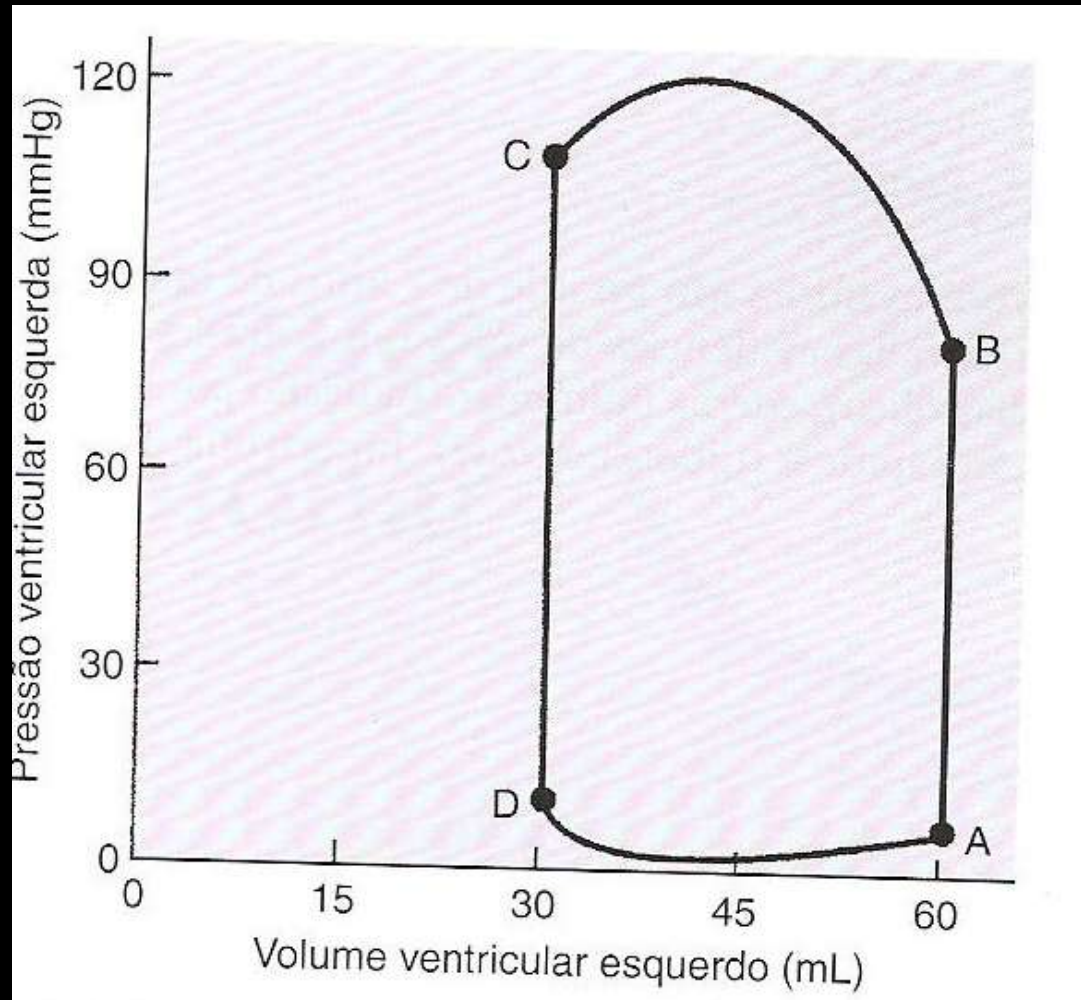


# CICLO CARDÍACO

## SEQUÊNCIA DE EVENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS



# PRESSÃO-VOLUME VENTRICULAR



# ESTRUTURA DOS VASOS

- ✓ Rede de tubos = 50.000 km e total de sangue transportado por dia = 10.000 L (humanos)
  
  - ✓ As artérias e as veias seguem um modelo estrutural histológico comum, diferenciando-se uma das outras por características próprias destes componentes
  
  - ✓ Apresentam 3 camadas (túnicas):
    1. Camada mais externa (adventícia) – fibras colágenas
    2. Camada intermediária (média) – músculo liso e elastina
    3. Camada mais interna (íntima) – endotélio
- Obs: Outros componentes da parede vascular são fibras nervosas não mielinizadas e células das linhagens de mastócitos e monócitos/macrófagos

# ESTRUTURA DOS VASOS

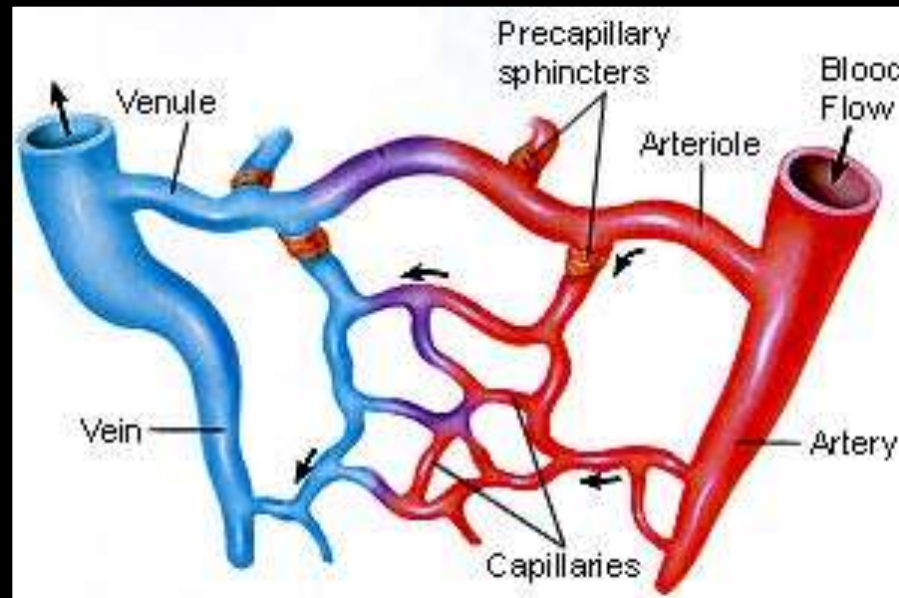
- ✓ As alterações do calibre arteriolar podem regular a pressão e o fluxo no circuito sistêmico e/ou transferir o sangue de um órgão para outro
- ✓ Grandes artérias: mais tecidos elásticos em suas paredes (elastina)
- ✓ Arteriolas (vasos estreitos de alta resistência) : elastina e, proporcionalmente, mais músculo liso em suas paredes, refletindo seu papel no controle de fluxo da microcirculação

Obs: A velocidade de deslocamento do sangue no interior dos vasos depende da amplitude do leito vascular, diminuindo à medida que sangue se distancia do coração (capilares = mínimo e veias = novamente aumenta)




















# ESTRUTURA DOS VASOS

- ✓ Capilares: lâmina basal e fina camada de células endoteliais
- ✓ Vênulas: pouco elastina, colágeno e músculo liso
- ✓ Veias: mais músculo liso e colágeno, apresentando importante função no estoque de sangue



# ESTRUTURA DOS VASOS

Aparência	 <p>Aorta</p>	 <p>Arteria de calibre médio</p>	 <p>Capilar</p>	 <p>Veia</p>	 <p>Veia de calibre médio</p>	
Dimensões	<p>Diâmetro vascular: 25 mm Espessura: 2 mm</p>  <p>Aorta</p>	<p>4 mm 1 mm</p>  <p>Arteria de calibre médio</p>	<p>30 <math>\mu</math> 20 <math>\mu</math></p>  <p>Capilar</p>	<p>8 <math>\mu</math> &lt; 5 <math>\mu</math></p>  <p>Veia</p>	<p>20 <math>\mu</math> 2 <math>\mu</math></p>  <p>Veia de calibre médio</p>	<p>20 mm 1 mm</p>  <p>Veia de calibre médio</p>
Estrutura do Vaso	<p><b>Endotélio:</b> Fibras de elastina Músculo liso Fibras de colágeno</p> 	<p><b>Endotélio:</b> Fibras de elastina Músculo liso Fibras de colágeno</p> 	<p><b>Endotélio:</b> Fibras de elastina Músculo liso Fibras de colágeno</p> 	<p><b>Endotélio:</b> Sem músculo ou tecido conjuntivo</p> 	<p><b>Endotélio:</b> Pequeno (ou médio) de elastina e fibras de lã Fibras de colágeno</p> 	<p><b>Endotélio:</b> Fibras de elastina Músculo liso Fibras de colágeno</p> 

# SISTEMA ARTERIAL

1. Artérias elásticas
2. Artérias Musculares
3. Artérias de resistência
4. Capilares
5. Anastomoses arteriovenosas

# ARTÉRIAS ELÁSTICAS

- ✓ Próximas ao coração (ex: artéria pulmonar, aorta, ilíacas, carótidas e coronárias)
- ✓ Grande capacidade elástica (muito distensíveis – elastina)
- ✓ Possibilita a expansão na sístole e o retorno durante a diástole
- ✓ Ejeção intermitente do sangue pelo coração num fluxo sanguíneo contínuo
- ✓ Colágeno forma uma rede de fibrila na túnica média

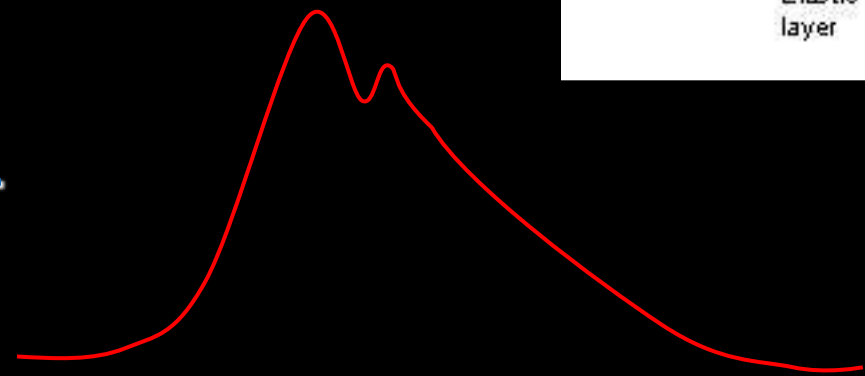
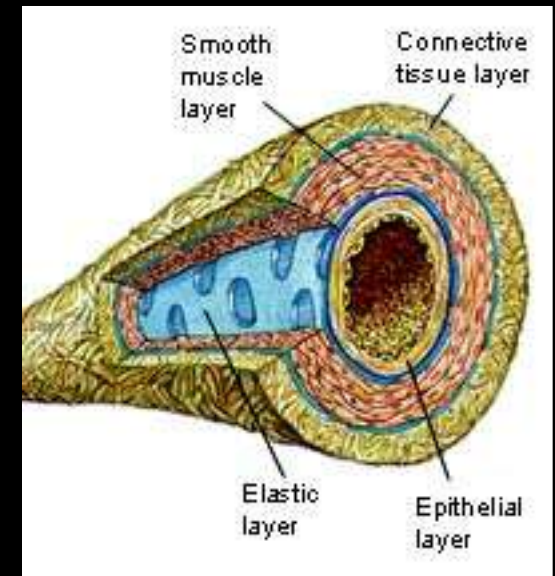
# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

### SISTEMA ARTERIAL

### GRANDES ARTÉRIAS

- **MAIS ELASTINA**
- **ALTA PRESSÃO**
- **EFEITO WINDKESSEL**



# ARTÉRIAS MUSCULARES

- ✓ Tamanho médio e pequeno (ex: poplítea, radial, cerebral e coronárias)
- ✓ Túnica média é mais espessa em relação ao diâmetro do lúmen e contém mais músculo liso
- ✓ Atuam como condutos de baixa resistência
- ✓ Possuem rica inervação autonômica e podem contrair-se ou relaxar (fibras vasomotoras)

# ARTÉRIAS DE RESISTÊNCIA

- ✓ As artérias musculares terminam em arteríolas, que possuem túnica média com apenas uma ou duas camadas de células musculares
- ✓ Maior resistência ocorre nas menores artérias e arteríolas
- ✓ As arteríolas terminais ou metarteríolas (diâmetro de 10 a 40 $\mu$ m) são pouco inervadas e possuem entre 1 e 3 camadas de células musculares
- ✓ A alta resistência resulta do lúmen estreito e do limitado número de vasos
- ✓ Densa inervação perivascular (controla distribuição de sangue pelos diferentes tecidos) Ex: Arteríolas se dilatam, a resistência cai e o fluxo aumenta

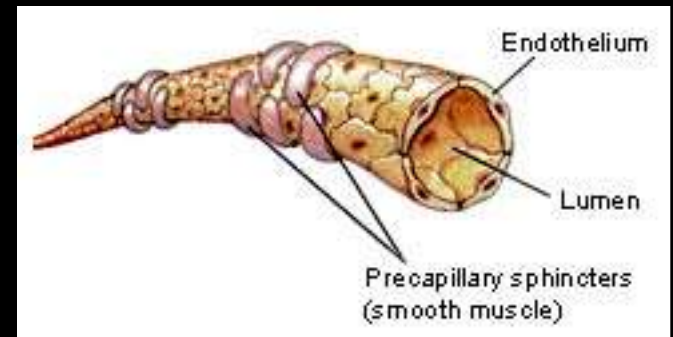
# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

### SISTEMA ARTERIAL

#### ARTERÍOLAS

- **MAIS MÚSCULO LISO**
- **MAIS INERVAÇÃO**
- **RESISTÊNCIA VASCULAR PERIFÉRICA – P.A.**
- **REGULAM A DISTRIBUIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO**





# CAPILARES

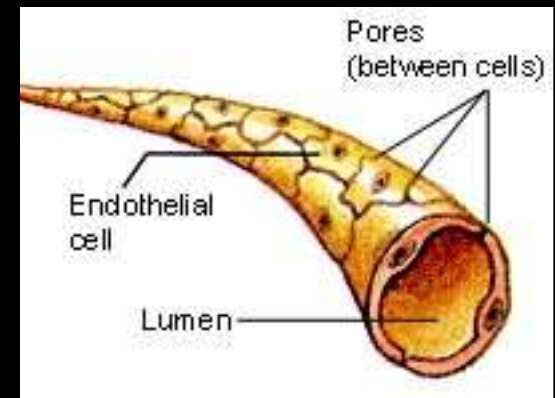
- ✓ Microcirculação: pequenas artérias, arteríolas, capilares e vênulas
- ✓ Capilares são finos e numerosos, sendo sua parede reduzida a uma única camada de células endoteliais (facilitar a passagem de nutrientes e metabólitos)
- ✓ Diâmetro muito pequeno, mas a superfície total de troca é muito ampla (Ex: 6.000 a 10.000 m<sup>2</sup> em humanos)
- ✓ A grande quantidade de capilares não é permanente perfundida (depende da demanda metabólica)

Obs: Anastomoses arteriovenosas estão presentes na pele e na mucosa nasal.  
Conectam as arteríolas às vênulas diretamente, sem passar pelos capilares

## ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

### CAPILARES

- TROCA DE  $O_2$ ,  $CO_2$ , NUTRIENTES, ELETRÓLITOS, ETC...
- GRANDE ÁREA DE SUPERFÍCIE
- PAREDES FINAS
- POROS



# SISTEMA VENOSO

- ✓ Conhecidos como vasos de capacitância - 2/3 (grande número e tamanho)
- ✓ Origina na parte venosa dos capilares
- ✓ Apresenta as 3 camadas nas artérias: íntima, média e adventícia (pouco distintas devido ao baixa pressão e ao baixo fluxo)
- ✓ Túnica média = camada fina de células musculares lisas interrompida por fibras de colágeno
- ✓ As veias possuem válvulas semilunares, que previnem o fluxo retrógrado do sangue que flui para o coração

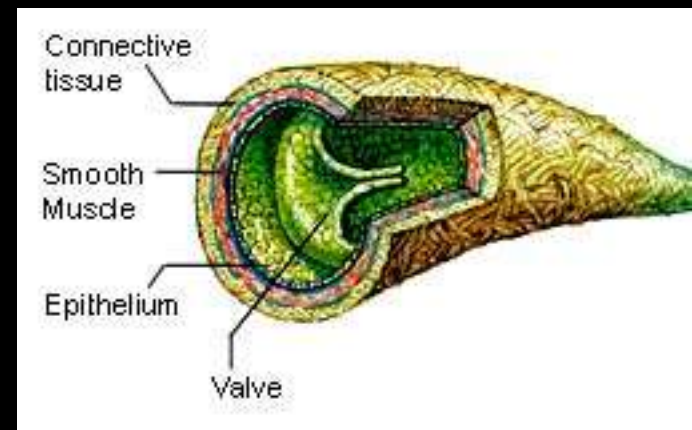
Obs: As veias centrais e as veias da cabeça e do pescoço não possuem válvulas/

# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

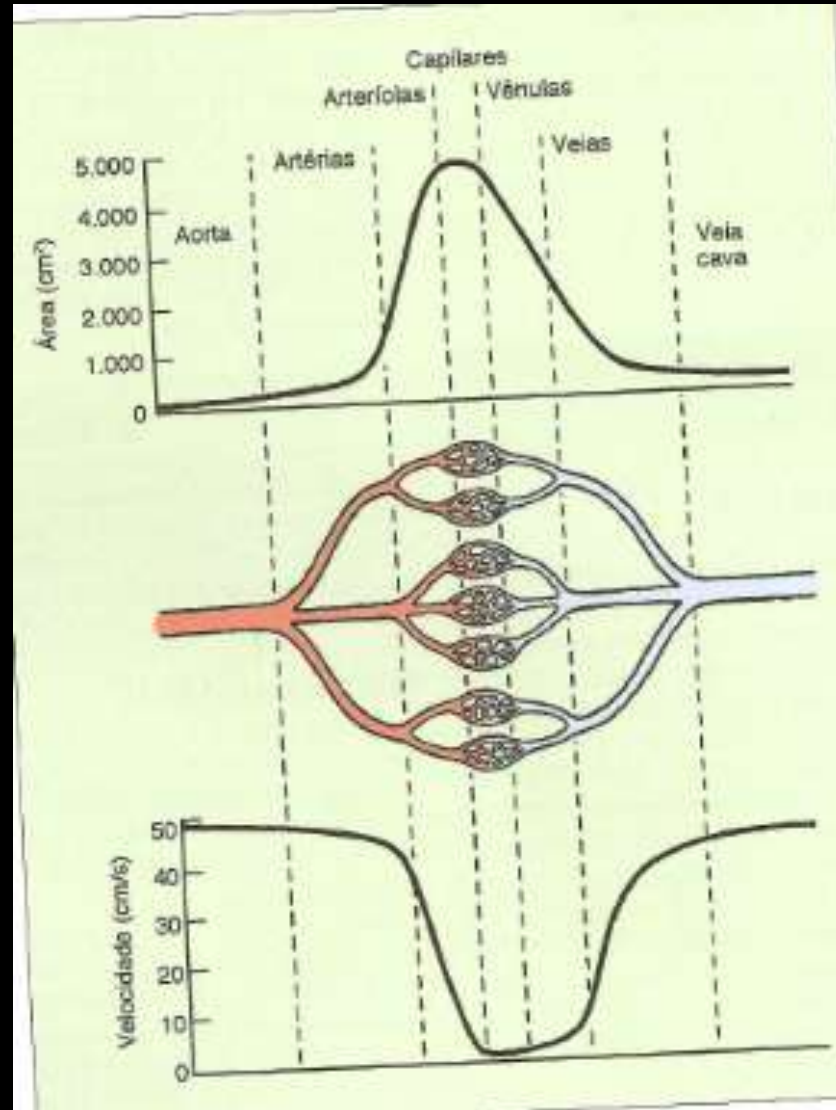
## ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

### SISTEMA VENOSO

- PRINCIPAL RESERVATÓRIO DE SANGUE (60-70%)
- VÊNULAS COLETAM SANGUE DOS CAPILARES
- TECIDO FIBROSO, MUSCULAR E ELÁSTICO
- PAREDES MAIS FINAS
- VALVAS



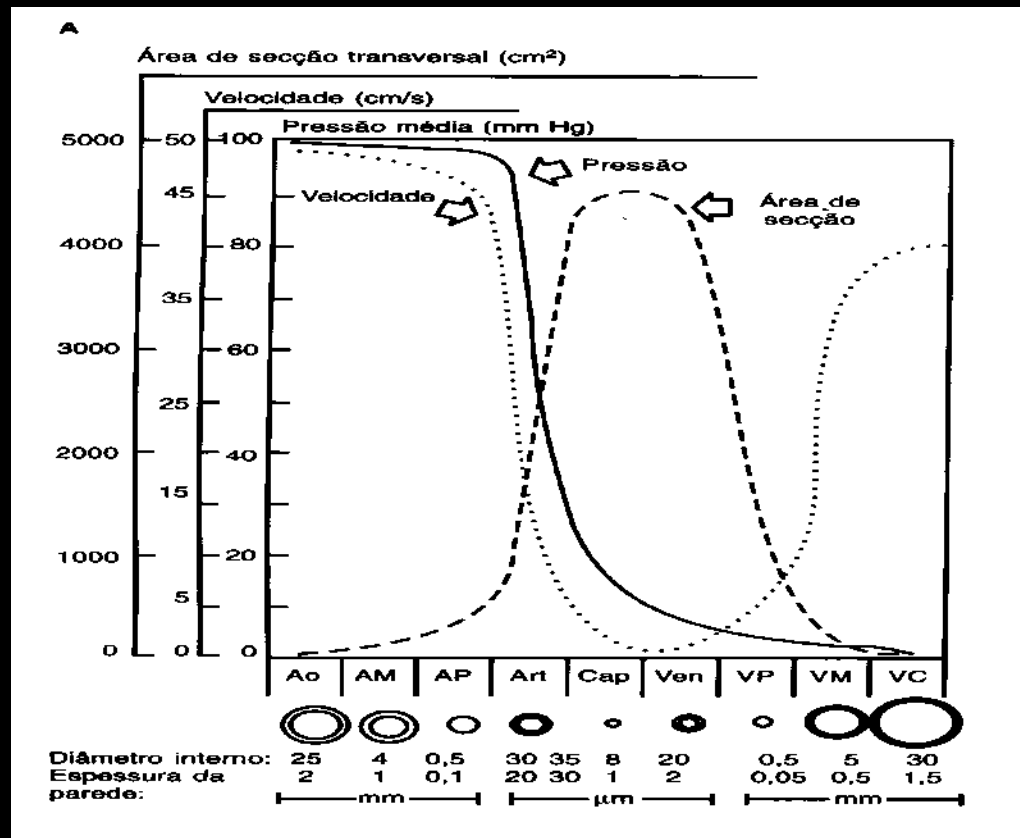
# RELAÇÃO INVERSA entre área transversa e velocidade de fluxo



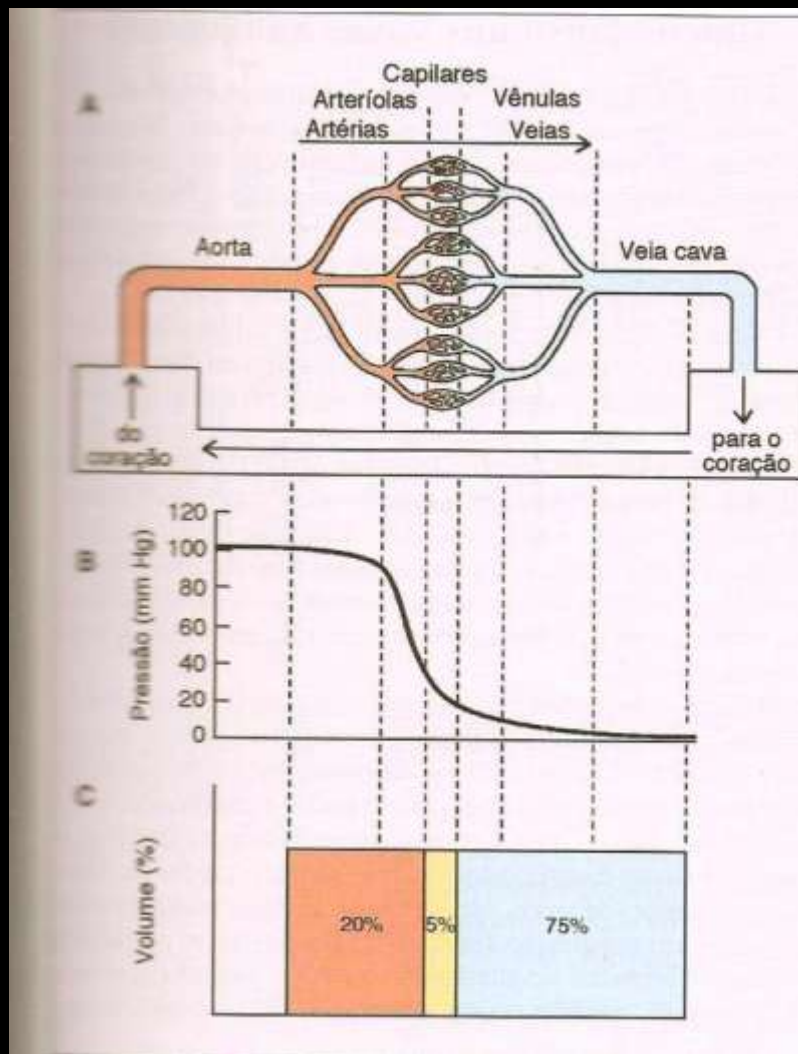
# FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR

## ANATOMIA FUNCIONAL DO SCV

### PRESSÃO, VELOCIDADE E SEÇÃO TRANSVERSAL



# DISTRIBUIÇÃO DO VOLUME DE SANGUE



# PRESSÃO E FLUXO

- ✓ A ejeção ventricular eleva a pressão aórtica para 120 mmHg acima da pressão atmosférica (Fluxo = Pressão arterial – pressão venosa/ resistência)
- ✓ Nas grandes veias a pressão é próxima da pressão atmosférica
- ✓ A pressão que o sangue exerce na parede depende de : volume de sangue ejetado e resistência que se opõe a circulação
- ✓ A pressão é máxima nas artérias, cai bruscamente nos capilares e continua caindo ao nível das veias, para ser mínima nos átrios
- ✓ A pressão arterial é pulsátil porque o coração ejeta sangue intermitentemente. Entre sucessivas ejeções, a pressão arterial sistêmica cai de 120 mmHg para 80 mmHg



# TIPOS DE FLUXO

✓ Dois diferentes padrões:

Fluxo laminar – artérias, arteríolas, vênulas e veias

Fluxo turbulento – característicos nos ventrículos

Obs: Fluxo laminar apresenta a maior velocidade no centro do vaso. Já o fluxo turbulento perde esta característica (alterações na velocidade e na direção)

# RESISTÊNCIA

✓ Lei de Poiseuille:

$n$  = coeficiente de viscosidade

$l$  = comprimento do tubo

$r$  = raio do tubo

$$\text{Resistência} = \frac{8nl}{\pi r^4}$$

Ex1: Se o comprimento for aumentado quatro vezes, pressão deverá ser aumentada quatro vezes, para manter o fluxo aéreo constante

Ex2: Dobrando o raio, diminui sua resistência 16 x

# DÉBITO CARDÍACO e sua distribuição durante o repouso e o exercício

