



Cateterismo cardíaco direito

Parte 2

Dr. Sávio Marques de Souza

Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista

HCl Ribeirão Preto - 2026

Débito cardíaco – método de Fick

- Coletar HB do paciente
- Coleta simultânea da gasometria no Tronco Pulmonar e Ao (Diferença arteriovenosa de O₂)
- A retirada ou a liberação de uma substância pelos tecidos periféricos é igual ao produto do fluxo sanguíneo para estes tecidos e a diferença de concentração arteriovenosa (gradiente) da substância.

$$\frac{V_{O_2} \text{ (ml/min)}}{[\text{Hgb (gm/dL)} * 1.36 * 10] * [\text{art Sat (\%)} - \text{Mixed Venous Saturation (\%)}]} = \text{CO (L/min)}$$

$$\text{DC} = \text{VO}_2 / \text{CaO}_2 - \text{CvO}_2$$

Débito cardíaco – método de Fick

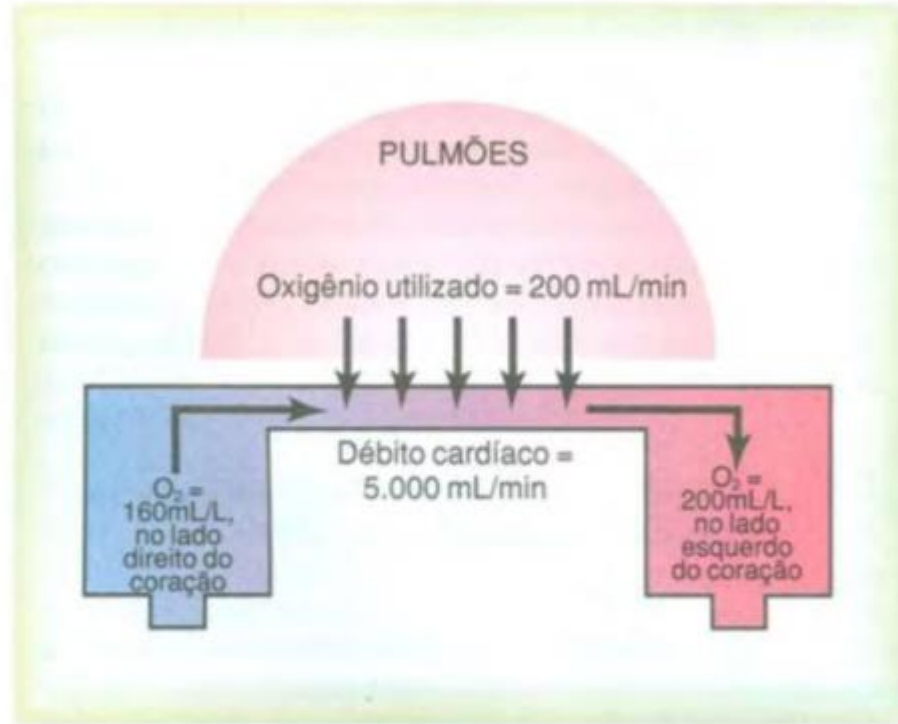


Figura 20-18

Princípio de Fick na determinação do débito cardíaco.

Obtenção do VO₂:

1. Medição direta

Feita com analisador metabólico (célula polarográfica). Paciente respira ar ambiente em estado estável por alguns minutos. O aparelho fornece o consumo de O₂ em L/min.



Débito cardíaco – método de Fick

Obtenção do VO₂:

2. Estimativa (mais comum na prática):

Baseada em superfície corporal (SC), idade e sexo

Valores usuais:

- Adultos jovens: 125 mL/m²
- Idosos: ~110 mL/m²
- Alternativa: 3 mL/kg

VO₂ ≈ 125 mL/min/m² × superfície corporal (SC)

Exemplo: paciente jovem de 70kg, 170cm = 125mL/min/m² x 1,82m² = 228mL/min

Fórmula de Mosteller:

$$SC = \sqrt{\frac{\textit{peso} \times \textit{altura}}{3600}}$$

•Peso em kg

Débito cardíaco – método de Fick

Limitações importantes

- O VO_2 pode variar até **25% entre pacientes**
- Baixa correlação entre:
 - VO_2 medido vs estimado → pode gerar erro no débito cardíaco

Situações que alteram o VO_2 :

Ansiedade

Dispneia

Taquicardia

Sedação excessiva

Oxigênio suplementar interfere no cálculo:

Suspender O_2 por pelo menos **15 minutos** antes da medida

Débito cardíaco – método de Fick

$$DC = \frac{VO_2}{CaO_2 - CvO_2}$$

$$CaO_2 = (Hb \times 1,34) \times SaO_2 + (PaO_2 \times 0,0031)$$

$$CvO_2 = (Hb \times 1,34) \times SvO_2 + (PvO_2 \times 0,0031)$$

Exemplo: Hb 15 / SaO₂ 95% / SvO₂ 70% / PaO₂ 291,9 / PvO₂ 40

$$CaO_2 = (15 \times 1,34) \times 0,95 + (291,9 \times 0,0031) = \mathbf{20mL/dL}$$

$$CvO_2 = (15 \times 1,34) \times 0,70 + (40 \times 0,0031) = \mathbf{14,2mL/dL}$$

Débito cardíaco – método de Fick

$$DC = \frac{VO_2}{CaO_2 - CvO_2}$$

$$CaO_2 - CvO_2 = 20 - 14,2 = 5,8\text{mL/dL} = \mathbf{58\text{ mL/L}}$$

$$DC = \frac{VO_2}{58} = \frac{228\text{mL/min}}{58\text{mL/L}} = \mathbf{3,9\text{L/min}}$$

$$IC = \frac{DC}{ASC} = \frac{3,9\text{L/min}}{1,82\text{m}^2} = \mathbf{2,1\text{L/min/m}^2}$$

Débito Cardíaco (DC) — valores normais: 4 a 8 L/min

Índice Cardíaco (IC) — valores normais: 2,5 a 4,0 L/min/m²

• IC < 2,2 L/min/m² - baixo débito clinicamente relevante

Cateterismo cardíaco direito

- **Parâmetros obtidos no cateterismo direito:**
 - PSAP
 - PMAP
 - POAP = PCP
 - GTP = PMAP – PCP
 - RVP = GTP / DC

Avaliação de hipertensão pulmonar

Características hemodinâmicas na hipertensão pulmonar	
Definição	Características hemodinâmicas
Hipertensão Pulmonar	PAPm > 20mmHg
Hipertensão Pulmonar Pré-Capilar	PAPm > 20mmHg POAP ≤ 15mmHg RVP > 2 WU
Hipertensão Pulmonar Pós-Capilar Isolada	PAPm > 20mmHg POAP > 15mmHg RVP ≤ 2 WU
Hipertensão Pulmonar Combinada Pré e Pós Capilar	PAPm > 20mmHg POAP > 15mmHg RVP > 2 WU

PAPm - pressão de artéria pulmonar média; POAP - pressão de oclusão da artéria pulmonar;
RVP - resistência vascular pulmonar.

Na **avaliação hemodinâmica**, a HP pode ser quantificada em **HP leve** (PAPm de 25-40mmHg), **moderada** (41-55 mmHg) e **severa** (>55 mmHg) .

Reatividade pulmonar

Quando **NÃO** é necessária prova de reatividade pulmonar:

- Pressão sistólica da artéria pulmonar (**PSAP**) < **50 mmHg**
- Gradiente transpulmonar (**GTP**) < **15 mmHg**
- Resistência vascular pulmonar (**RVP**) < **3 Wood**

• **Prova de Reatividade Pulmonar – Métodos:**

• **Nitroprussiato de sódio (Nipride):**

- 1 ampola em 250 mL SF
- Iniciar: **10 mL/h**

• **Óxido Nítrico inalatório (padrão-ouro)**

- 20 ppm por 15 minutos

Reatividade pulmonar

Critérios de resposta:

Para diagnóstico de HP pré-capilar (vasorreativa):

- Redução da pressão média da artéria pulmonar (**PAPm**) \geq **10 mmHg**
- Valor final **< 40 mmHg**

Para elegibilidade ao transplante cardíaco:

- PSAP **< 50 mmHg**
- RVP **< 3 Wood**
- GTP **< 15 mmHg**
- **SEM:**
 - Queda do débito cardíaco
 - Pressão arterial sistólica (**PAS**) **< 85 mmHg**

Reatividade pulmonar

- Nas cardiopatias de hiperfluxo, é obrigatória a avaliação da resistência vascular pulmonar, visto que se for igual ou maior que a sistêmica e não se modificar com as provas vasodilatadoras, configura-se uma situação de contraindicação para correções cirúrgicas dos defeitos (**fisiologia de Eisenmenger**).
- A avaliação da resistência vascular pulmonar e a sua reversibilidade frente às drogas vasodilatadoras é imperativa nos pacientes com disfunção ventricular severa que são candidatos a **transplante cardíaco**, pois a RVP fixa e acima de 5 Unidades Wood contraindica o transplante cardíaco.
- Resposta Positiva à Vasodilatação: Uma resposta positiva à vasodilatação é observada quando há uma diminuição significativa nas pressões pulmonares após a administração dos agentes vasodilatadores. Isso indica que os vasos pulmonares têm uma capacidade normal de relaxar e dilatar, o que é um sinal de **reatividade vascular normal**.

Questão 1

(SBCHCI 2024) – O pulmão exibe três zonas de pressão fisiológica distintas, com uma relação diferente entre os níveis pressóricos alveolar, arterial e venoso pulmonar (zonas pulmonares de West), que influenciam a medida correta da pressão capilar pulmonar em cunha. Analise as afirmações a seguir, no que se refere às três zonas de pressão fisiológica:

1 – A Zona 1 está normalmente presente no ápice dos pulmões, onde a pressão alveolar é menor que a pressão média da artéria pulmonar e que as pressões venosas pulmonares, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

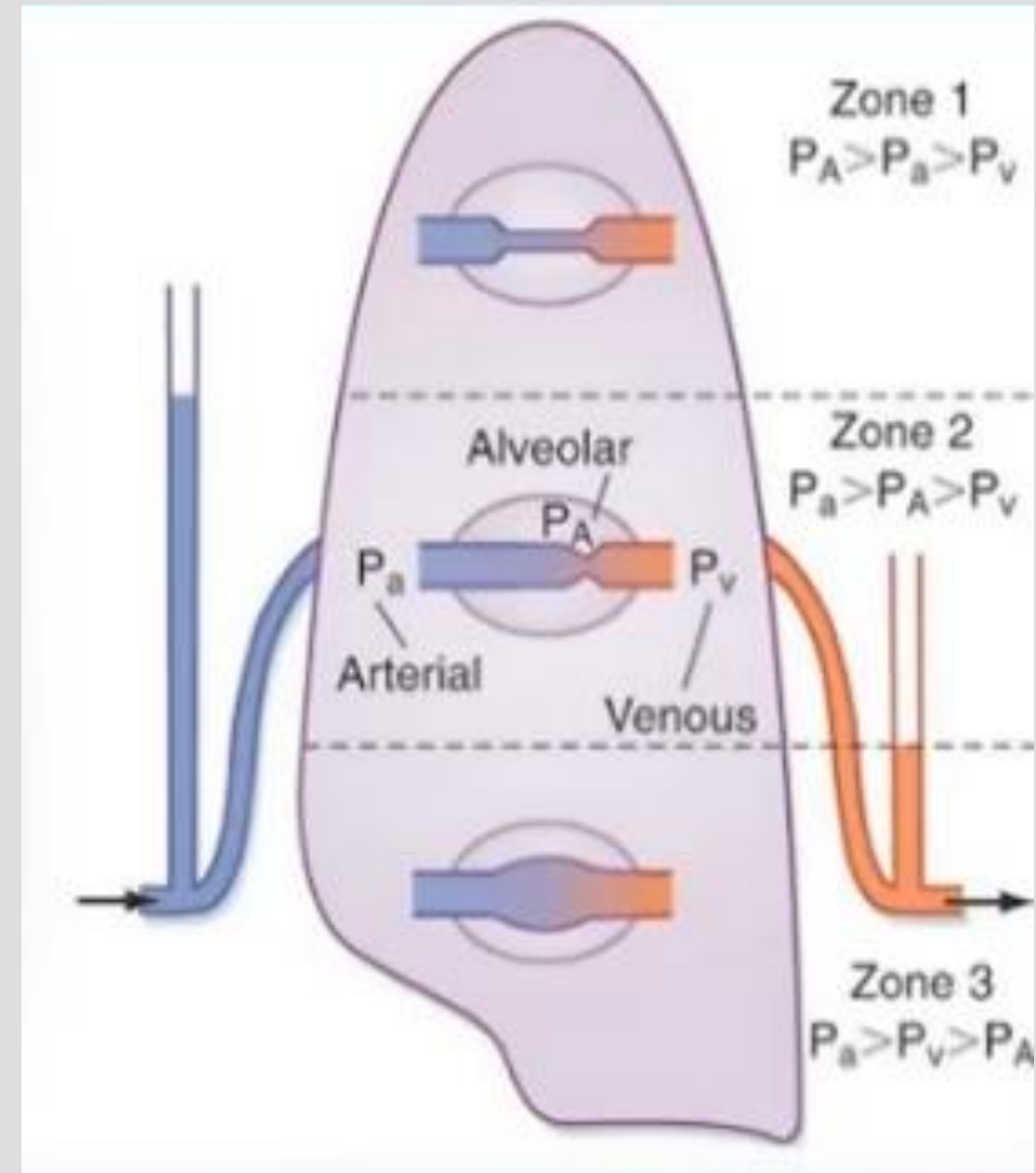
2 - A Zona 2 está normalmente presente na porção central do pulmão e a pressão da artéria pulmonar é igual à pressão alveolar, que por sua vez é maior que a pressão venosa pulmonar, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

3 - A Zona 3 é representada pela base do pulmão, onde a pressão alveolar é menor que as pressões arterial pulmonar e venosa pulmonar, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

Zona 1: mais aerado, maior pressão parcial de oxigênio. Melhor ventilação.

Zona 2: ventilação = perfusão, melhor local de troca gasosa.

Zona 3: menor relação ventilação:perfusão, local ideal para medida de pressão capilar. O capilar não sofre interferência da pressão alveolar.



Questão 1

(SBCHCI 2024) – O pulmão exibe três zonas de pressão fisiológica distintas, com uma relação diferente entre os níveis pressóricos alveolar, arterial e venoso pulmonar (zonas pulmonares de West), que influenciam a medida correta da pressão capilar pulmonar em cunha. Analise as afirmações a seguir, no que se refere às três zonas de pressão fisiológica:

1 – A Zona 1 está normalmente presente no ápice dos pulmões, onde a pressão alveolar é menor que a pressão média da artéria pulmonar e que as pressões venosas pulmonares, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

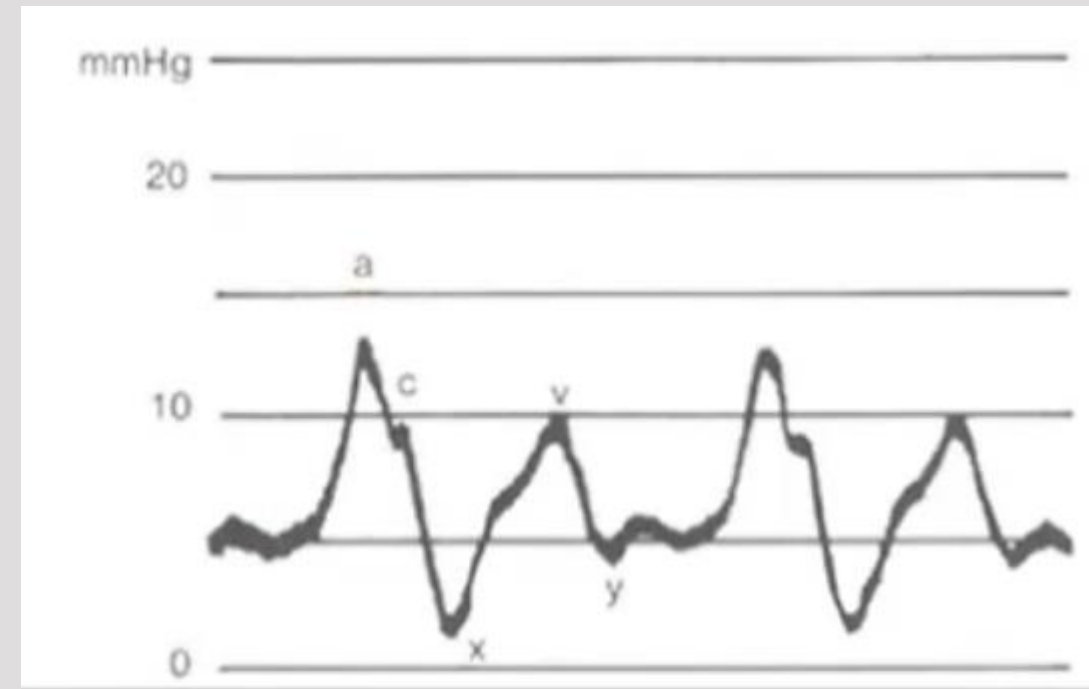
2 - A Zona 2 está normalmente presente na porção central do pulmão e a pressão da artéria pulmonar é igual à pressão alveolar, que por sua vez é maior que a pressão venosa pulmonar, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

3 - A Zona 3 é representada pela base do pulmão, onde a pressão alveolar é menor que as pressões arterial pulmonar e venosa pulmonar, permitindo a transmissão de pressão diretamente do átrio esquerdo até a ponta do cateter em cunha.

Questão 2

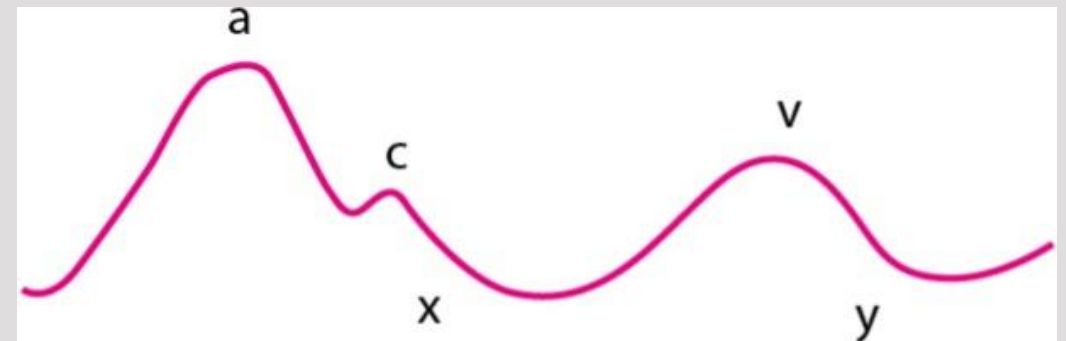
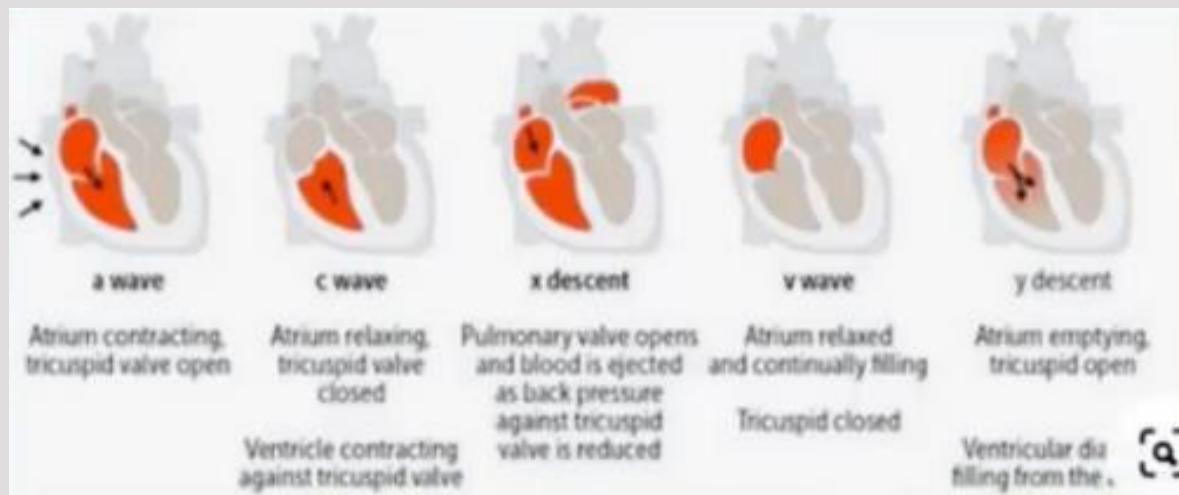
(SBCHCI 2020) – A curva de pressão atrial direita, apresentada na imagem, é formada e representada por ondas denominadas como: Onda "a". Onda "c". Onda "v". Descenso "x". Descenso "y". Assinale a alternativa que represente CORRETAMENTE O significado hemodinâmico de cada uma destas ondas.

- A) A onda "a" representa a contração ventricular direita.
- B) A onda "v" representa o enchimento atrial direito pelas veias sistêmicas e seio coronário.
- C) A onda "c" representa a sístole atrial direita.
- D) O descenso "x" ocorre após o fechamento da valva tricúspide.
- E) O descenso "y" corresponde a queda da pressão atrial direita após sua contração.



Curvas de pressão

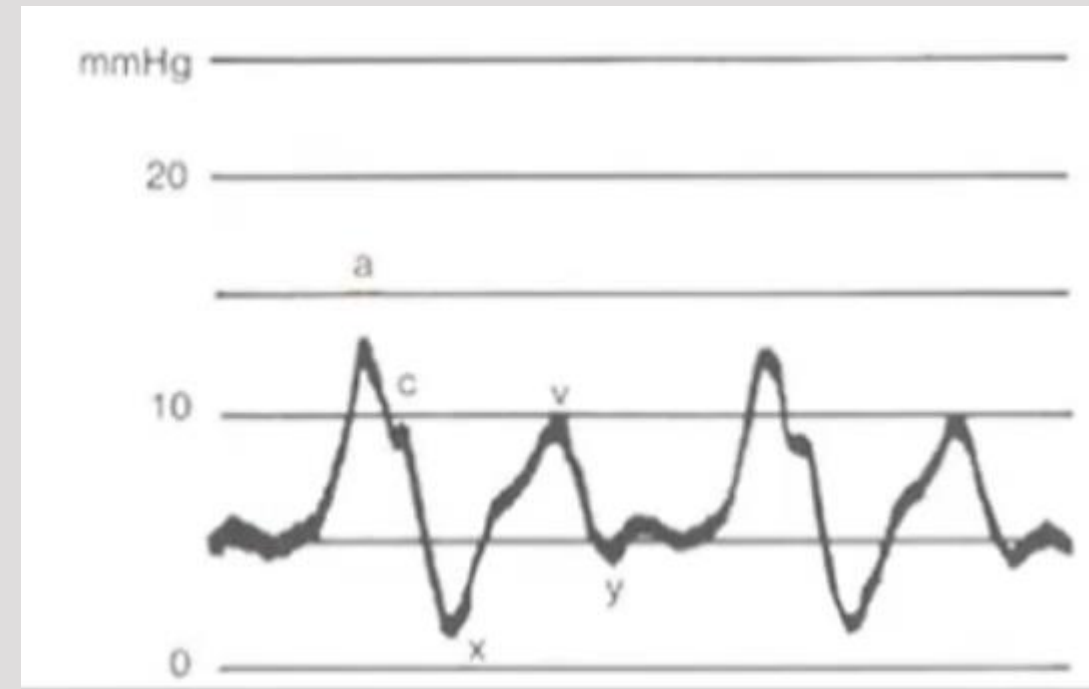
- **Onda A:** contração atrial (sístole atrial), coincide com onda P; depende da contratilidade atrial e da complacência/resistência ao enchimento do VD.
- **Onda C:** pequena deflexão positiva pelo fechamento/abaulamento da valva tricúspide durante início da sístole ventricular. Ventrículo contrai com tricúspide fechada.
- **Descenso X:** relaxamento atrial + tração caudal do anel tricúspide durante sístole do VD → redução da pressão atrial.
- **Onda V:** enchimento atrial passivo durante sístole ventricular; reflete retorno venoso e complacência atrial. Enchimento atrial com tricúspide fechada.
- **Descenso Y:** abertura da valva tricúspide → esvaziamento rápido do AD para o VD.



Questão 2

(SBCHCI 2020) – A curva de pressão atrial direita, apresentada na imagem, é formada e representada por ondas denominadas como: Onda "a". Onda "c". Onda "v". Descenso "x". Descenso "y". Assinale a alternativa que represente CORRETAMENTE O significado hemodinâmico de cada uma destas ondas.

- A) A onda "a" representa a contração ventricular direita.
- B) A onda "v" representa o enchimento atrial direito pelas veias sistêmicas e seio coronário.**
- C) A onda "c" representa a sístole atrial direita.
- D) O descenso "x" ocorre após o fechamento da valva tricúspide.
- E) O descenso "y" corresponde a queda da pressão atrial direita após sua contração.



Questão 3

(SBCHCI 2025) - Analise as afirmações a seguir, no que se refere ao cateterismo cardíaco direito, e assinale a alternativa **CORRETA**:

- A)** Termodiluição é o método padrão ouro para realização do cateterismo cardíaco de câmaras direitas na ausência de comunicações intracavitárias.
- B)** Na presença de onda V gigante, deve-se realizar, como rotina, por acesso arterial, a medida da PD2VE para adotar como pressão de oclusão da artéria pulmonar.
- C)** A presença de fibrilação atrial no momento do exame pode superestimar a pressão de oclusão da artéria pulmonar, inviabilizando a análise desse parâmetro nessa condição.
- D)** Balão superencunhado (over-wedged) pode resultar na ausência das ondas A e V, bem como na falta de variação respiratória no traçado na medida da pressão de oclusão da artéria pulmonar.

Questão 3

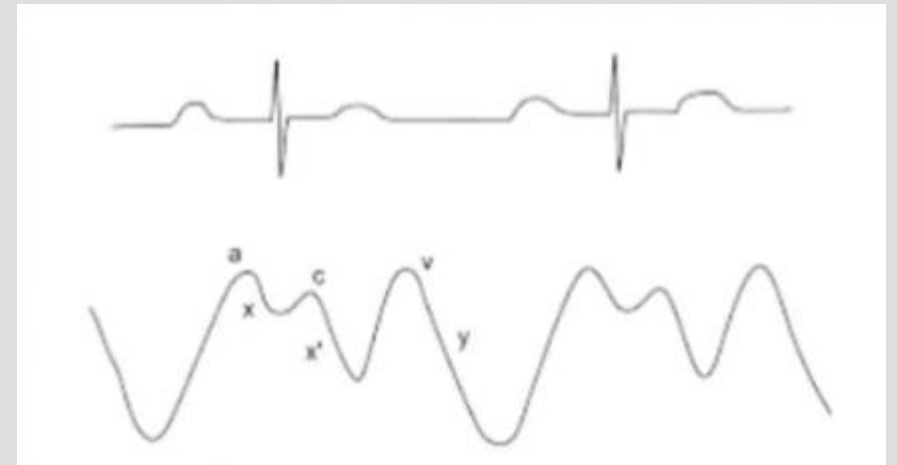
(SBCHCI 2025) - Analise as afirmações a seguir, no que se refere ao cateterismo cardíaco direito, e assinale a alternativa **CORRETA**:

- A)** Termodiluição é o método padrão ouro para realização do cateterismo cardíaco de câmaras direitas na ausência de comunicações intracavitárias.
- B)** Na presença de onda V gigante, deve-se realizar, como rotina, por acesso arterial, a medida da PD2VE para adotar como pressão de oclusão da artéria pulmonar.
- C)** A presença de fibrilação atrial no momento do exame pode superestimar a pressão de oclusão da artéria pulmonar, inviabilizando a análise desse parâmetro nessa condição.
- D)** Balão superencunhado (over-wedged) pode resultar na ausência das ondas A e V, bem como na falta de variação respiratória no traçado na medida da pressão de oclusão da artéria pulmonar.

Questão 4

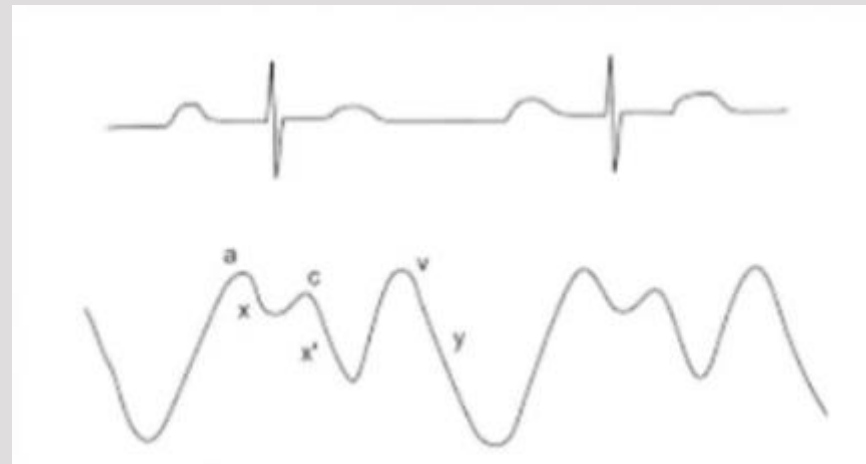
(SBCHCI 2020) – Analise a imagem. No traçado pressórico do átrio direito, a onda “c” corresponde a qual dos eventos cardíacos? Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Abertura da valva tricúspide
- B) Contração atrial
- C) Fechamento da valva tricúspide, com abaulamento da valva para o interior do átrio direito.
- D) Movimento para baixo do anel atrioventricular para o interior do ventrículo.
- E) Enchimento atrial com a valva AV fechada.



Questão 4

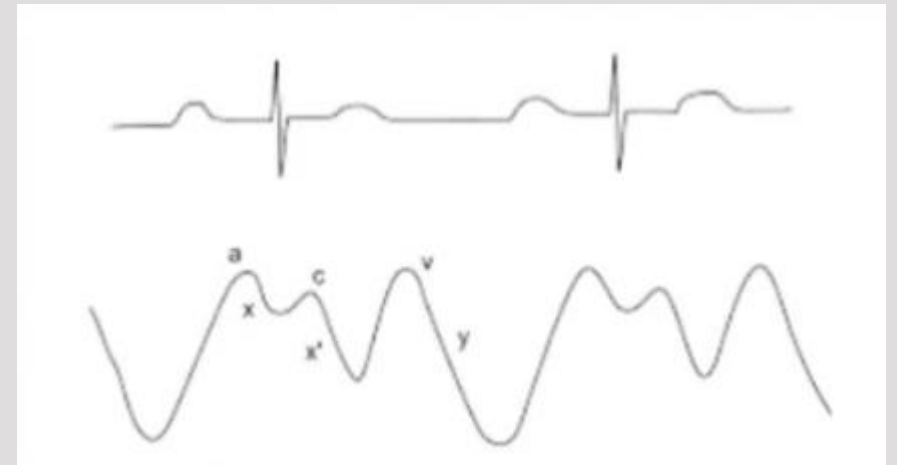
- A) Abertura da valva tricúspide **descenso Y**
- B) Contração atrial **Onda A**
- C) Fechamento da valva tricúspide, com abaulamento da valva para o interior do átrio direito. **Onda C**
- D) Movimento para baixo do anel atrioventricular para o interior do ventrículo.
Descenso X
- E) Enchimento atrial com a valva AV fechada. **Onda V**



Questão 4

(SBCHCI 2020) – Analise a imagem. No traçado pressórico do átrio direito, a onda “c” corresponde a qual dos eventos cardíacos? Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Abertura da valva tricúspide
- B) Contração atrial
- C) Fechamento da valva tricúspide, com abaulamento da valva para o interior do átrio direito.
- D) Movimento para baixo do anel atrioventricular para o interior do ventrículo.
- E) Enchimento atrial com a valva AV fechada.



Questão 5

(SBCHCI) – Nas curvas de pressão do átrio direito ou nas do capilar pulmonar, uma onda "a" muito proeminente, uma onda "a" ausente e uma onda "v" proeminente com um descenso "y" marcado podem ser encontradas, respectivamente, nas seguintes patologias:

- a) Insuficiência mitral, estenose tricúspide e estenose mitral.
- b) Estenose tricúspide, hipertensão arterial pulmonar e insuficiência tricúspide.
- c) Estenose tricúspide, fibrilação atrial e insuficiência mitral.
- d) Estenose mitral, dupla lesão mitral e insuficiência mitral.
- e) Estenose mitral, hipertensão arterial pulmonar e insuficiência tricúspide.

Questão 5

(SBCHCI) – Nas curvas de pressão do átrio direito ou nas do capilar pulmonar, uma onda "a" muito proeminente, uma onda "a" ausente e uma onda "v" proeminente com um descenso "y" marcado podem ser encontradas, respectivamente, nas seguintes patologias:

- a) Insuficiência mitral, estenose tricúspide e estenose mitral.
- b) Estenose tricúspide, hipertensão arterial pulmonar e insuficiência tricúspide.
- c) Estenose tricúspide, fibrilação atrial e insuficiência mitral.**
- d) Estenose mitral, dupla lesão mitral e insuficiência mitral.
- e) Estenose mitral, hipertensão arterial pulmonar e insuficiência tricúspide.

Questão 6

(SBCHCI) – Sobre o débito cardíaco, considere as assertivas abaixo:

I - O índice cardíaco é a relação do débito cardíaco com a superfície corporal, situando-se normalmente entre 2,4 e 4,0 l/min/m².

II - A fórmula de Fick é a divisão da diferença arteriovenosa de oxigênio pelo consumo de oxigênio em ml/min (VO₂), multiplicando-se este resultado por 100%.

III - O choque cardiogênico é caracterizado por hipotensão persistente (> 30min) e índice cardíaco abaixo de 2,4 l/min/m².

Quais são corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

Questão 6

(SBCHCI) – Sobre o débito cardíaco, considere as assertivas abaixo:

I - O índice cardíaco é a relação do débito cardíaco com a superfície corporal, situando-se normalmente entre 2,4 e 4,0 l/min/m².

II - A fórmula de Fick é a divisão da diferença arteriovenosa de oxigênio pelo consumo de oxigênio em ml/min (VO₂), multiplicando-se este resultado por 100%.

III - O choque cardiogênico é caracterizado por hipotensão persistente (> 30min) e índice cardíaco abaixo de 2,4 l/min/m².

Quais são corretas?

a) Apenas I

b) Apenas II

c) Apenas III

d) Apenas II e III

e) I, II e III

Referências

- Grossman e Baim's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention, 9ª ed. Moscucci M. Wolters/Kluwer/Lippincott Williams, Wilkins, Filadélfia, 2021.
- MUKHERJEE, Debabrata. Cardiovascular catheterization and intervention: a textbook of coronary, peripheral, and structural heart disease. 2. ed. Cham: Springer, 2021. Cap. 9: Right heart catheterization.
- EUROPEAN ASSOCIATION OF PERCUTANEOUS CARDIOVASCULAR INTERVENTIONS (EAPCI); PCR ONLINE. PCR textbook. Disponível em: <https://www.pcronline.com>. Acesso em: 07/04/26.