



# Cateterismo cardíaco direito

Dr. Sávio Marques de Souza

Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista

HCl Ribeirão Preto - 2026

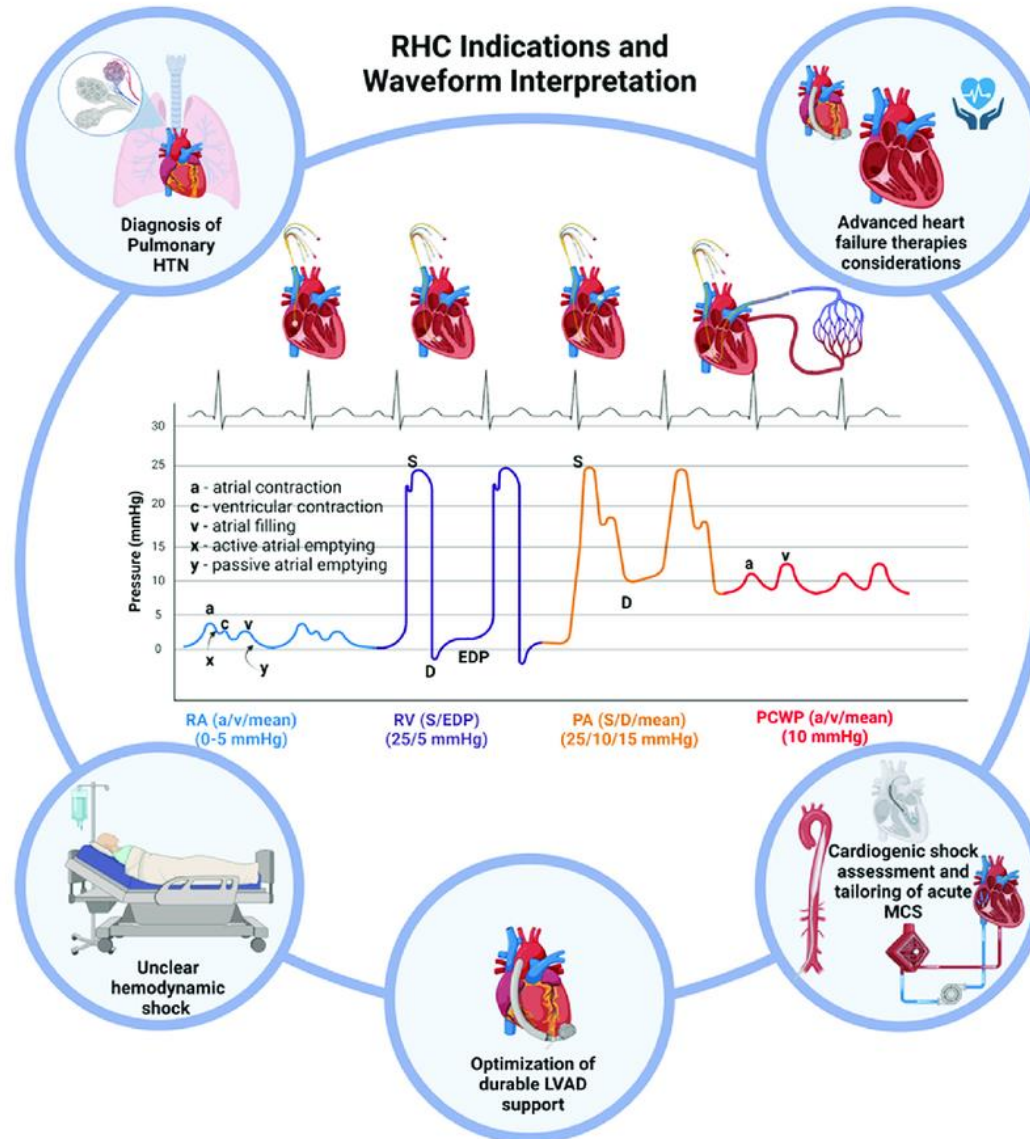
# Indicações

**Table 1.** Indications of right heart catheterization

Indications	Example
By discretion of clinician based on clinical scenarios and physical exam	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Assess filling pressures and cardiac output when it is not apparent from physical examination.</li> <li>2. When response to therapy is not consistent with physical examination.</li> </ol>
Miscellaneous indications	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cardiogenic shock with or without mechanical circulatory device in place.</li> <li>2. Assessment of pulmonary hypertension, and response to vasodilator therapy.</li> <li>3. Intracardiac left-to-right shunt quantification.</li> <li>4. Evaluation for cardiac transplantation.</li> <li>5. Surveillance status post-cardiac transplant.</li> <li>6. Post cardiac transplant with new or worsening symptoms suggestive of graft rejection.</li> <li>7. Pre- and post-implantation assessment of left ventricular assist devices.</li> </ol>

- **Diagnóstico e avaliação de hipertensão pulmonar;**
- **Diferenciação de choque (cardiogênico, distributivo, hipovolêmico ou obstrutivo); diferenciação de causas de dispneia;**
- **Diagnóstico de Insuficiência cardíaca de fração de ejeção preservada;**
- Otimização de suporte ventricular;
- Monitorização de paciente em tratamento de choque cardiogênico com suporte mecânico
- **Doença cardíaca valvar**
- **Investigação de shunt intracardiaco.**
- Complicações relacionadas ao infarto agudo (hipotensão, edema pulmonar, regurgitação mitral, defeito septal ventricular, isquemia ventricular direita ou tamponamento);
- Tamponamento cardíaco, quando avaliação clínica inconclusiva e eco não disponível;
- **Avaliação de candidato a transplante cardíaco;**
- Disfunção do dispositivo de assistência ventricular esquerdo;
- Embolia Pulmonar aguda;
- Avaliação de estado volêmico em insuficiência renal e hepática;
- Monitorização pós cirúrgica de cirurgia cardíaca.

## RHC Indications and Waveform Interpretation



Various indications for right heart catheterization (RHC) across a spectrum of cardiac diseases including diagnosis of pulmonary hypertension, identification of the etiology of shock, choosing optimal mechanical circulatory support (MCS) in those with cardiogenic shock, and optimizing advanced therapies such as left ventricular assist device. The center of the figure compares normal pressure waveforms obtained in the RA, RV, PA, and pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) position with labeling of the typical tracings for each. D = diastole; EDP = end diastolic pressure; HTN = hypertension; LVAD = left ventricular assist device; S = systole; other abbreviations as in [Figures 1 and 6](#).

# Contraindicações absolutas

- Próteses mecânicas das válvulas tricúspide ou pulmonar
- Doença terminal

# Contraindicações relativas

- Prótese em valva tricúspide e pulmonar
- Coagulopatia importante (RNI > 3)
- Trombocitopenia severa (< 20.000)
- Marca-passo endocárdico / eletrodos recém-implantados
- Arritmias ventriculares
- Bloqueio de ramo esquerdo
- Instabilidade hemodinâmica acentuada
- Endocardite
- Tumor ou trombo nas câmaras cardíacas direitas

# Complicações

- Vasculares (sangramento, trombose);
- Arritmias (atriais e ventriculares);
- Reação ao contraste;
- Perfuração cardíaca;
- Infarto pulmonar;
- Ruptura de artéria pulmonar;
- Embolia gasosa;
- Endocardite;
- Punção arterial;
- Pneumotórax.

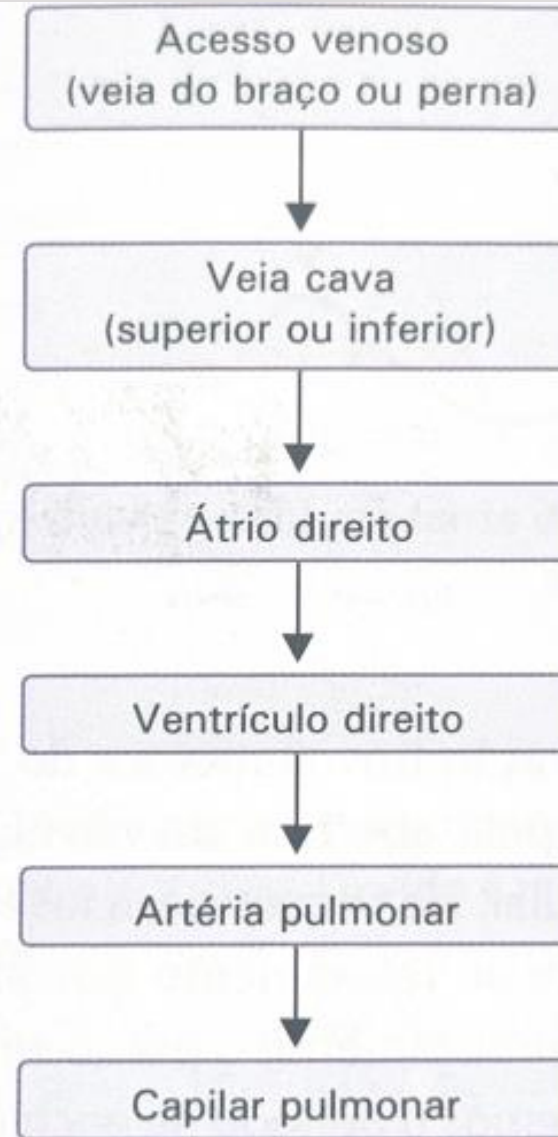
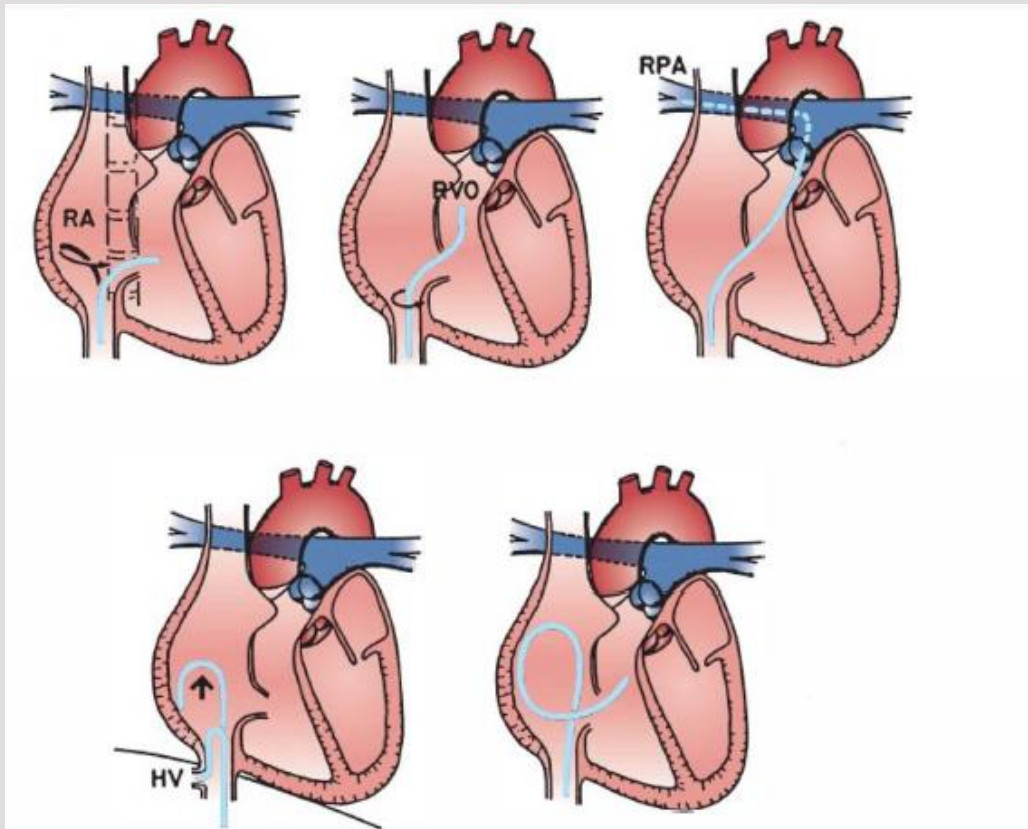
# Parâmetros avaliados

- Frequência cardíaca
- Débito cardíaco
- Pressão de cavidades
- Veia Cava, AD, VD, TP, Capilar pulmonar = Átrio esquerdo
- Resistência vascular Pulmonar
- Resistências Vascular sistêmica
- Resposta ao vasodilatador
- Avaliação de shunts cardíacos

# Técnica

- Campos estéreis, punção de acesso venoso guiado por USG
- Anestesia local
- Acesso femoral, geralmente 7F
- Cateter MP ou Judkins de Direita
- Antes de avançar o cateter: conectar no manifold, garantir que esteja zerado, fazer flush (retirar bolhas)
- Avançar o cateter até a veia cava inferior, acima do diafragma.
- Direcionar a ponta para o átrio direito; uma vez no AD, realizar leve avanço em direção à valva tricúspide para progressão ao ventrículo direito.
- Em átrios direitos dilatados, pode ser necessária formação de alça em “J”, moldando a ponta na parede lateral do átrio ou utilizando o óstio da veia hepática (infra-diafrágmatica) como apoio.
- Uma vez no VD, realizar tração suave para desfazer a alça e orientar o cateter para a via de saída do VD.
- Solicitar inspiração profunda com apneia e avançar o cateter até resistência; em seguida, solicitar tosse para facilitar progressão até posição de cunha.
- Após obtenção da pressão de cunha (PCP), inserir cateter PigTail no VE para mensuração simultânea.
- Ajustar para a menor escala que permita visualização completa da curva de PCP.
- Realizar recuo progressivo do cateter desde a posição de cunha até o átrio direito.
- Durante o trajeto, coletar gasometrias sequenciais das cavidades.

# Técnica

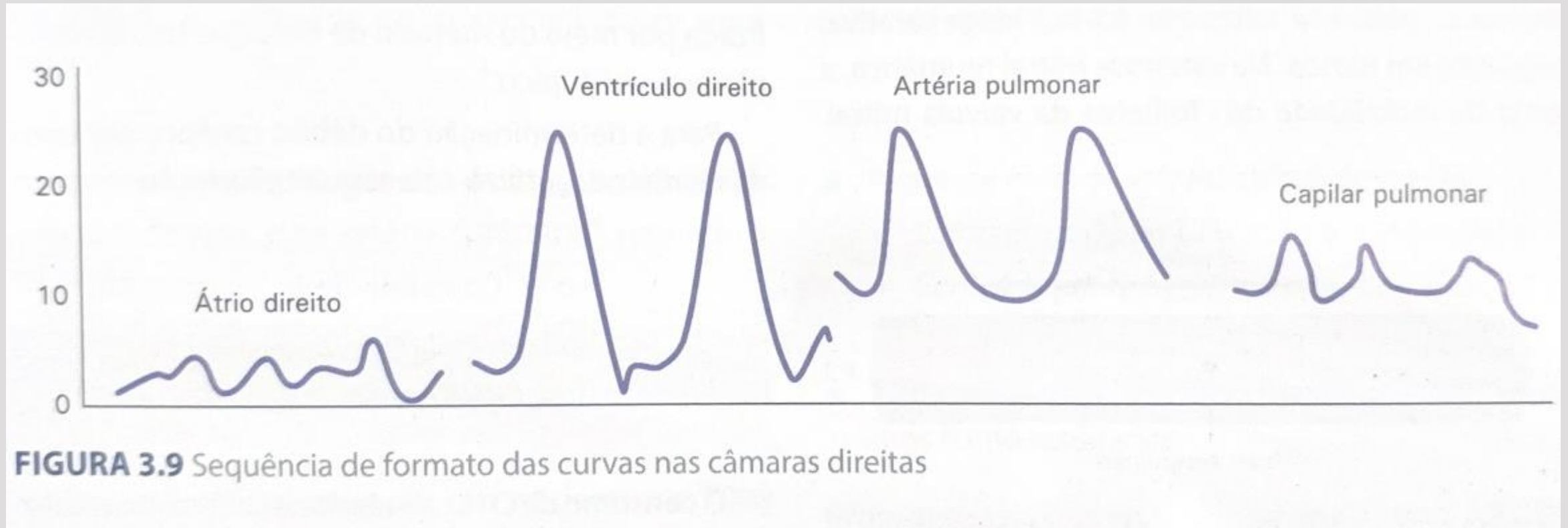


**FIGURA 3.2** Sequência de acesso às câmaras direitas

# Coleta dos dados hemodinâmicos

- Padronização do laboratório: rotinas e configuração adequada do sistema
- Conexões firmes: linhas preenchidas com fluido + conexões elétricas
- Uso de sistemas de alta fidelidade e técnica adequada de registro
- Principal artefato: subamortecimento → ressonância/“overshooting”
- Minimizar artefatos: linhas curtas, rígidas e sem obstruções
- Garantir calibração adequada do sistema
- Nivelamento correto: zero no meio do tórax (linha médio-axilar)
- Sistema que utilizam líquidos (transdutor com cateter repleto de líquido)
- Potenciais erros: chicote, pressão artificial devido alta velocidade onda pressórica, impactação, obstrução da ponta

# Curvas de pressão



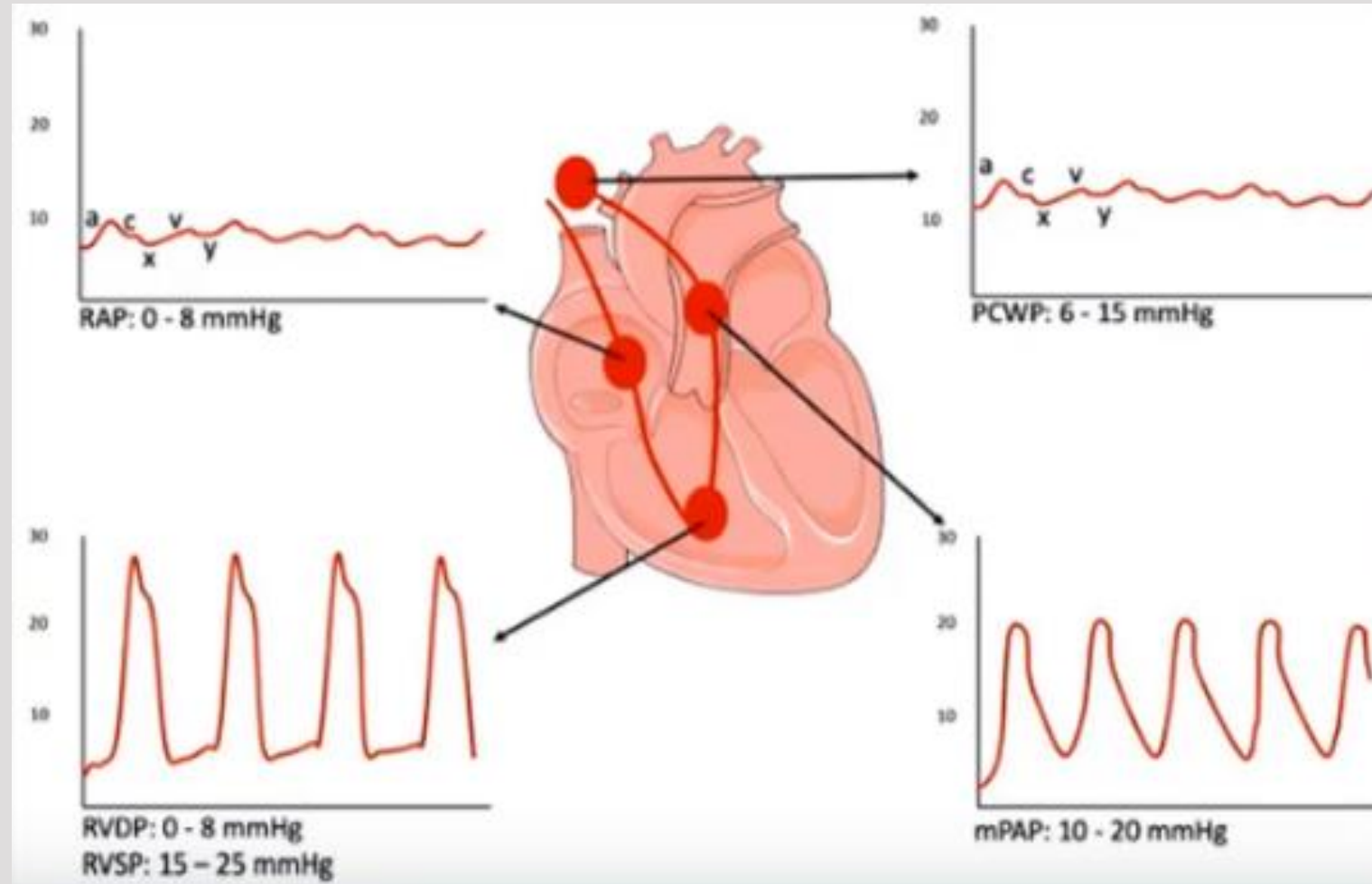
$Pd2VE = PmCP = PdAP$

$PsAP = PsVD$

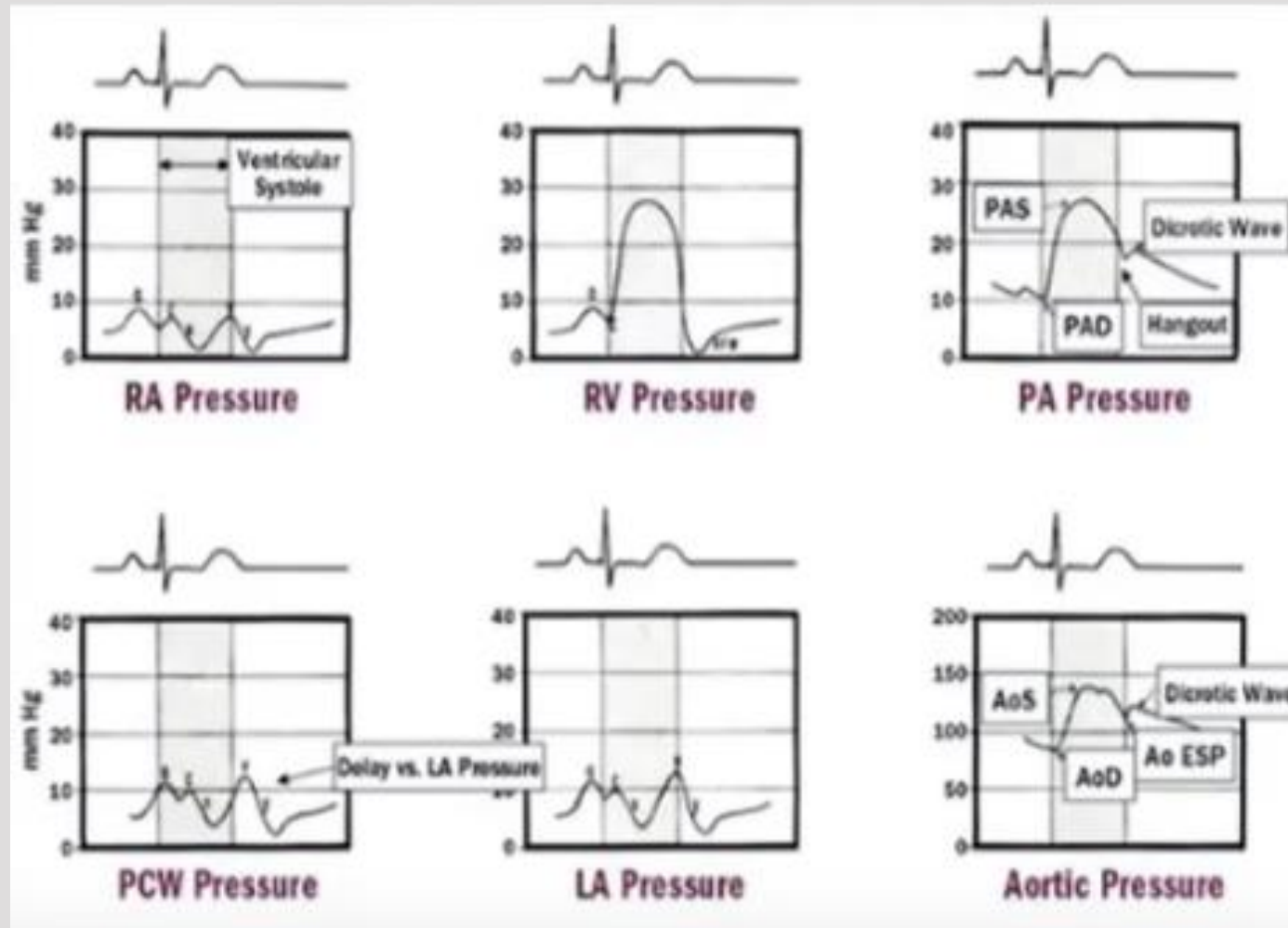
$PdVD = PmAD$

Medir na zona 3 de West: baixa ventilação e alta perfusão

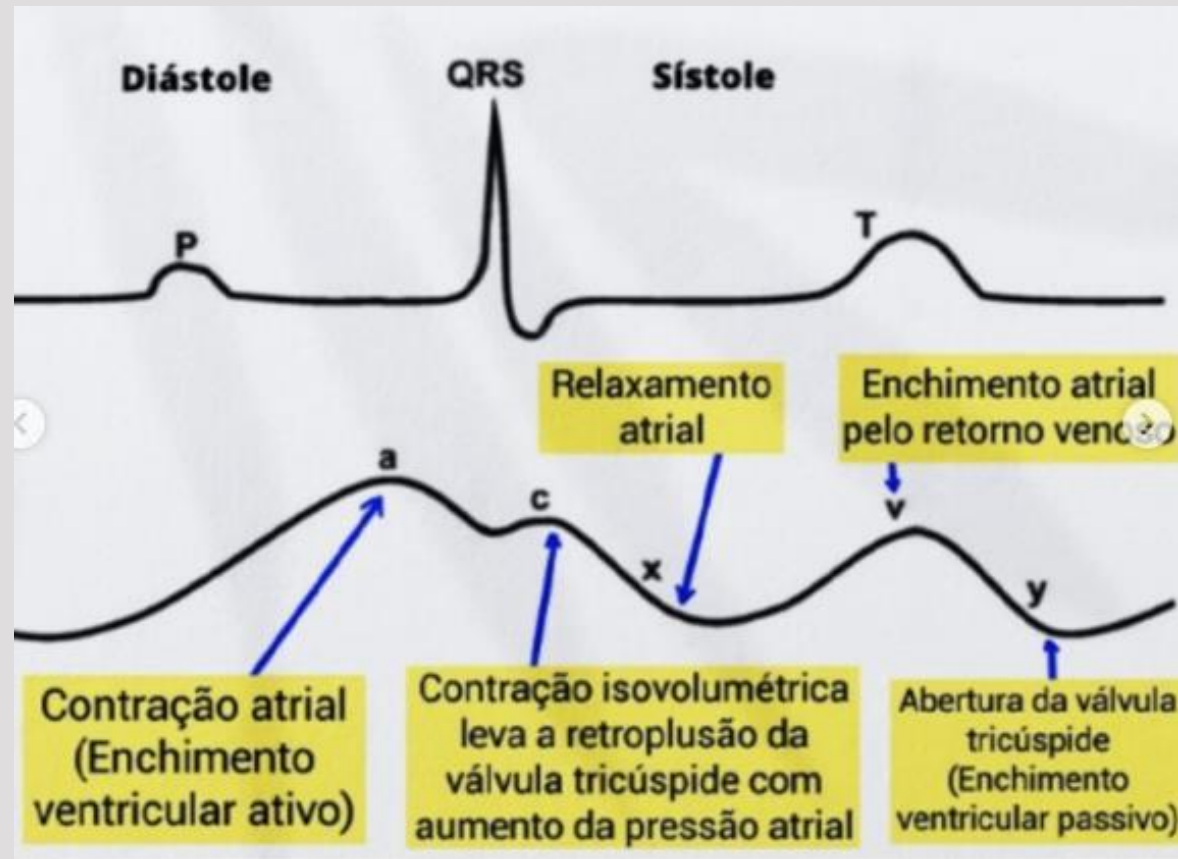
# Curvas de pressão



# Curvas de pressão



# Curvas de pressão



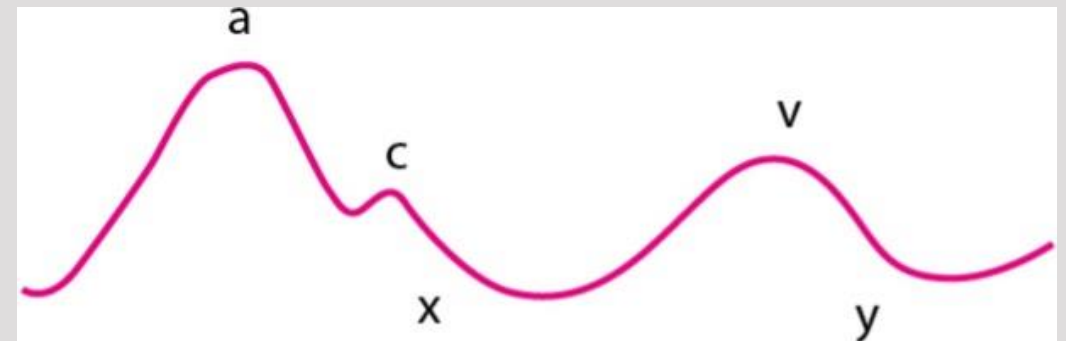
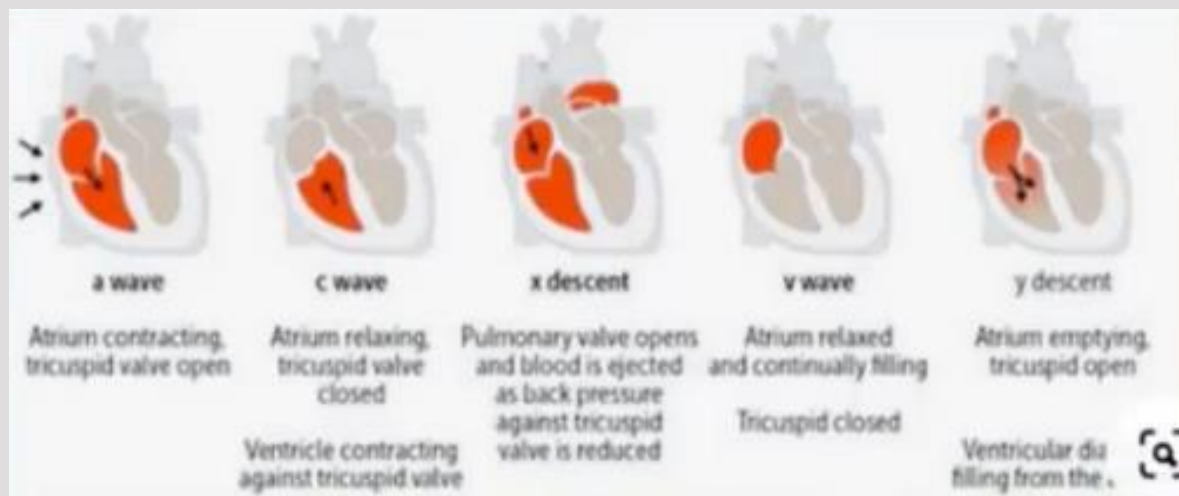
Inspiração: diminui pressão intratorácica, PAD diminui

Expiração: aumenta pressão intratorácica, PAD aumenta. Medidas devem ser feitas no final da expiração.

Para um registro ideal e estável, peça ao paciente que pare de respirar ao final de uma expiração sem esforço. As pressões intratorácicas são invertidas em um paciente em ventilação mecânica.

# Curvas de pressão

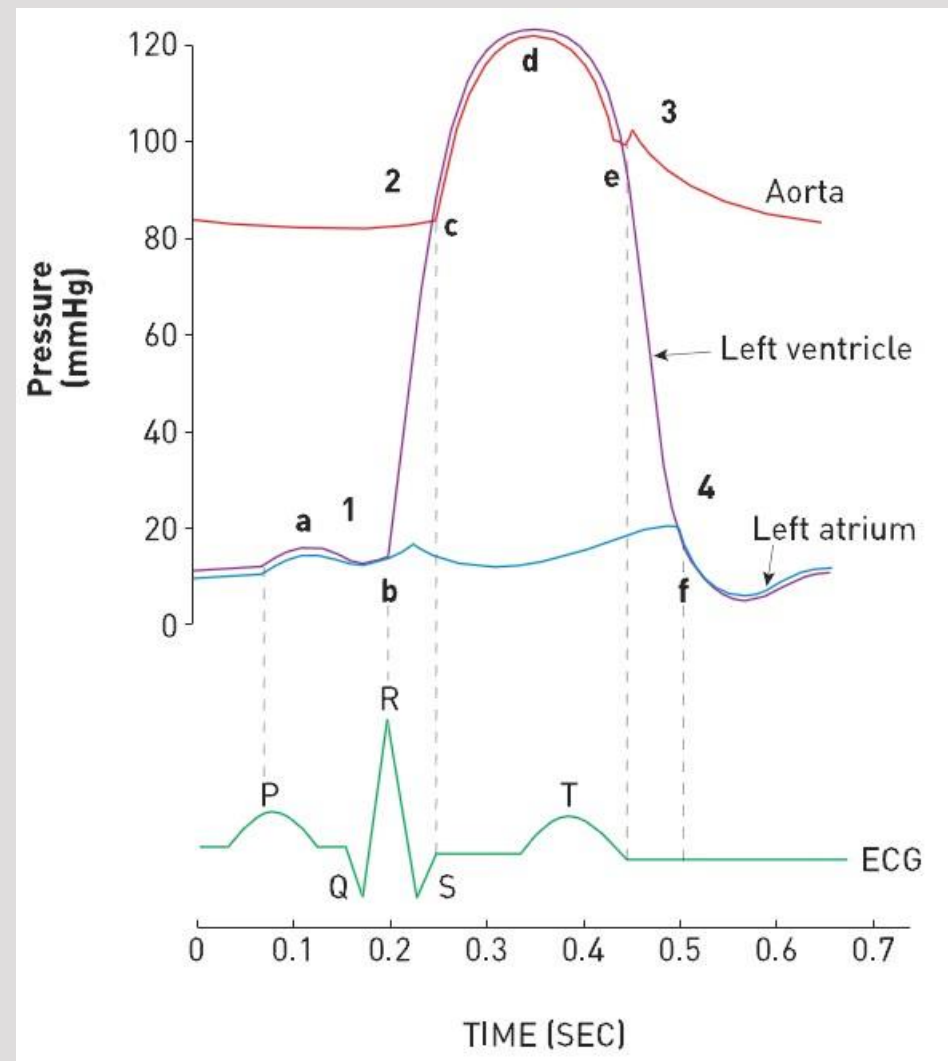
- **Onda A:** contração atrial (sístole atrial), coincide com onda P; depende da contratilidade atrial e da complacência/resistência ao enchimento do VD.
- **Onda C:** pequena deflexão positiva pelo fechamento/abaulamento da valva tricúspide durante início da sístole ventricular. Ventrículo contrai com 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.



# Curvas de pressão - anormalidades

- Descenso x e y muito profundos: pericardite constrictiva, miocardiopatia restritiva, falência do VD;
- Onda V grande com y profundo: IT grave;
- Descenso x profundo e y diminuído: tamponamento;
- Onda A grande: complacência inadequada do VD, estenose tricúspide;
- Ausência de onda A: FA;
- Onda A em canhão: BAVT.

# Ciclo cardíaco



**Figure 1**

O diagrama de Wigger da hemodinâmica cardíaca:

1 = ponto de cruzamento é o fechamento da válvula mitral, 2 = abertura da válvula aórtica, 3 = fechamento da válvula aórtica, 4 = abertura da válvula mitral. a = onda a, b = início da contração isovolumétrica, c = ejeção sistólica, d = pico de ejeção e início do relaxamento diastólico, e = beginning of isovolumetric relaxation, f=initiation of LV filling.

Pressões		Média (mm Hg)	Varição (mmHg)
Átrio Direito			
	Média	3	1-5
Ventrículo Direito			
	Sistólica	25	15-30
	Pd2	4	1-7
Artéria Pulmonar			
	Sistólica	25	15-30
	Diastólica	9	4-12
	Média	15	9-19
Capilar Pulmonar			
	Média	9	4-12
Átrio Esquerdo			
	Média	8	2-12
Ventrículo Esquerdo			
	Sistólica	130	90-140
	Pd2	8	5-12
Aorta			
	Sistólica	130	90-140
	Diastólica	70	60-90
PAS + 2x PAD/3	Média ●	85	70-105

# Débito cardíaco

- A termodiluição é mais precisa em estados de débito normal e elevado;
- O método de Fick é mais preciso em estados de baixo débito, regurgitação valvar ou shunts intracardíacos.
- **DC = VS x FC**

# Débito cardíaco – método de Fick

## Vantagens :

- **Medição direta do consumo de oxigênio:** O  $VO_2$  é um parâmetro importante para avaliar o metabolismo e a eficácia do fornecimento de oxigênio aos tecidos.
- **Aplicável em diferentes contextos:** O método de Fick pode ser usado tanto em ambiente clínico quanto em pesquisas, desde que as medições precisas de consumo de oxigênio sejam possíveis.
- **Método preferido em pacientes com baixo débito cardíaco:** Independe de fatores que alteram a “área sobre a curva”, como na termodiluição.

## Desvantagens:

- **Limitações em pacientes com distúrbios respiratórios:** Em pacientes com distúrbios respiratórios, a diferença de oxigênio arterial-venosa pode não ser constante, o que pode afetar a precisão dos cálculos.
- **Incapacidade de avaliar débito cardíaco instantâneo:** O método de Fick fornece uma estimativa do débito cardíaco médio, não do débito cardíaco instantâneo em um determinado momento.

# Débito cardíaco – método de Fick

- Coletar HB do paciente
- Coleta simultânea da gasometria no Tronco Pulmonar e Ao (Diferença arteriovenosa de O<sub>2</sub>)

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

**TABLE 1 Mean O<sub>2</sub> consumption indices by age and sex**

Age group (years)	Sex	O <sub>2</sub> consumption index (ml/min/m <sup>2</sup> )
20-39	Male (n=17)	127±37
	Female (n=4)	130±20
40-59	Male (n=43)	128±20
	Female (n=25)	125±29
60 and over	Male (n=9)	130±30
	Female (n=10)	116±13

# Débito cardíaco – termodiluição

## **Vantagens :**

- Mais fácil e rápido;
- Cálculo baseado na diferença de temperatura entre dois pontos após injeção de soro gelado;
- Não necessita coleta de amostra sanguínea;
- Não é tão afetado em casos de regurgitação aórtica ou mitral nem por baixo débito cardíaco.

## **Desvantagens:**

- Não acurado em casos de shunts intracardíacos e insuficiência tricúspide;
- Necessita uma média de várias medidas;
- Manuseio excessivo da seringa altera temperatura do soro;
- Necessidade de fórmula matemática avançada (cálculo de área gráfica).

Table 9.3 Formulas for calculation of cardiac output and vascular resistances

**Oxygen content** =  $O_2$  saturation  $\times$  1.36  $\times$  Hgb  $\times$  10 = ml/L

**Cardiac output (CO)** by the Fick oxygen consumption method:  $CO = \frac{O_2 \text{ consumption (ml / min)}}{AVO_2 \text{ difference (ml } O_2 \text{ / 100 ml blood)} \times 10}$

$CO = \frac{Wt \times 3 \text{ ml } O_2 \text{ / kg BW}}{(AO_2\% - VO_2\%) \times 1.36 \times \text{Hgb} \times 10} = \text{L / min}$  (Wt, weight in kilograms;  $AO_2\%$ , arterial oxygen saturation;  $VO_2\%$ , venous oxygen saturation; Hgb, hemoglobin concentration in g/dl)

**Cardiac index (CI)** =  $\frac{CO}{BSA} = \text{L / min / m}^2$  (BSA, body surface area in  $m^2$ )

**Stroke volume (SV)** =  $\frac{CO \text{ (ml / min)}}{\text{Heart rate (beats / min)}} = \text{ml / beat}$

**Stroke index (SI)** =  $\frac{SV \text{ (ml / beat)}}{BSA \text{ (m}^2\text{)}} = \text{ml / beat / m}^2$  (BSA, body surface area; SV, stroke volume)

**Transpulmonary pressure gradient** = mean PAP – mean PCWP = mmHg

**Diastolic pressure gradient** = diastolic PAP – mean PCWP = mmHg (PAP, pulmonary artery pressure; PCWP, pulmonary capillary wedge pressure)

**Pulmonary vascular resistance (PVR)** =  $\frac{\text{mean PAP} - \text{mean PCWP}}{CO} \times 80 = \text{dynes} \times \text{sec} \times \text{cm}^5$  80 = factor to convert into metric units (dynes  $\times$  sec  $\times$   $cm^5$ )

**Systemic vascular resistance (SVR)** =  $\frac{\text{mean aortic pressure} - \text{mean RAP}}{CO} \times 80 = \text{dynes} \times \text{sec} \times \text{cm}^5$  (RAP, right atrial pressure)

**Systemic vascular resistance index (SVRI)** =  $\frac{\text{mean aortic pressure} - \text{mean RAP}}{CI} \times 80 = \text{dynes} \times \text{sec} \times \text{cm}^5 / \text{m}^2$  (CI, cardiac index)

- **Resistência Pulmonar Total (RPT):**

$$RPT = PmAP / DC$$

- **Resistência Arteriolar Pulmonar (RAP):**

$$RAP = (PmAP - PmAE) / DC$$

- **Resistência Arterial Sistêmica (RAS):**

$$RAS = (PAm - PmAD) / DC$$

**RPT** = resistência pulmonar total

**PmAP** = pressão média da artéria pulmonar

**DC** = débito cardíaco

**PmAE** = pressão média do átrio esquerdo (*ou pressão capilar pulmonar*)

**PAm** = pressão arterial média

**PmAD** = pressão média do átrio direito

# Avaliação de hipertensão pulmonar

- Avaliação da HP → PAP >25mmHg
  - Etiologia / prognóstico / vasorreatividade / seguimento para avaliar resposta ao tratamento
  - O estudo hemodinâmico consegue avaliar a origem da HP:
    - Pré-capilar → PAPm > 25 // CP ≤ 15 // RVP > 3W
    - Pós-capilar isolada → PAPm > 25 // CP > 15 // RVP < 3W
    - Mista → PAPm > 25 // CP > 15 // RVP > 3W

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.

# 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.