

CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

Ft. Luciana Garros Ferreira
Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Evora

Disciplina: Cardiologia Clínica e Cirúrgica

- ◉ A Cirurgia Cardíaca com CEC representou uma das grandes conquistas médicas e da área biológica no século XX, criando novos horizontes para a cura de doenças cardíacas jamais imaginadas na primeira metade do século passado.

DEFINIÇÃO

- ◉ A CEC, em um sentido mais amplo, compreende o conjunto de máquinas, aparelhos, circuitos e técnicas mediante as quais se substituem temporariamente as funções do coração e dos pulmões, enquanto esses órgãos ficam excluídos da circulação.

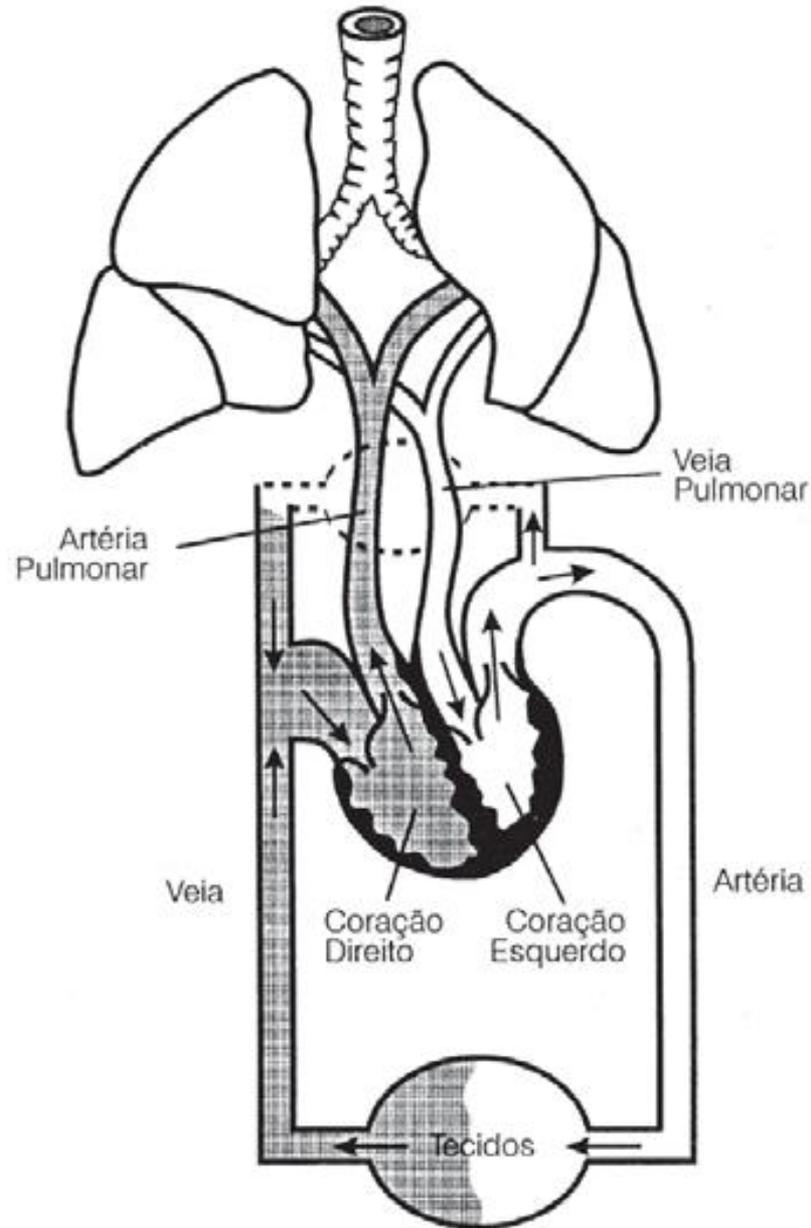
- ◉ As funções de bombeamento do coração são desempenhadas por uma bomba mecânica que impulsiona o sangue através do sistema circulatório do paciente e as funções dos pulmões são substituídas por um aparelho, o oxigenador, que permite as trocas gasosas com o sangue

- ◉ Um número de tubos plásticos une os diversos componentes desse sistema entre si e ao paciente, constituindo a porção extracorpórea da circulação

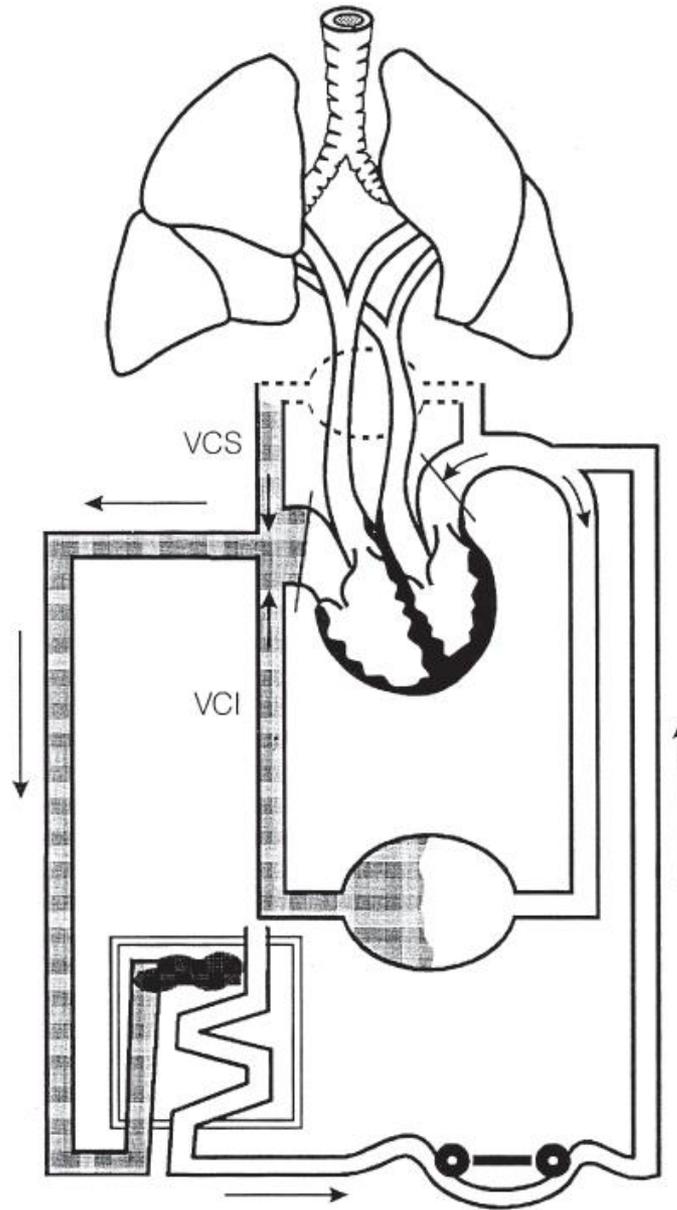
HISTÓRICO

- ◉ 06/05/1953 - 1ª cirurgia cardíaca com CEC - EUA;
- ◉ 10/1955 - 1ª cirurgia cardíaca com CEC, mas usou o pulmão do próprio paciente para oxigenar o sangue - SP - Brasil;
- ◉ 11/1956 - cirurgia cardíaca com circulação e oxigenação extracorpórea - América do Sul

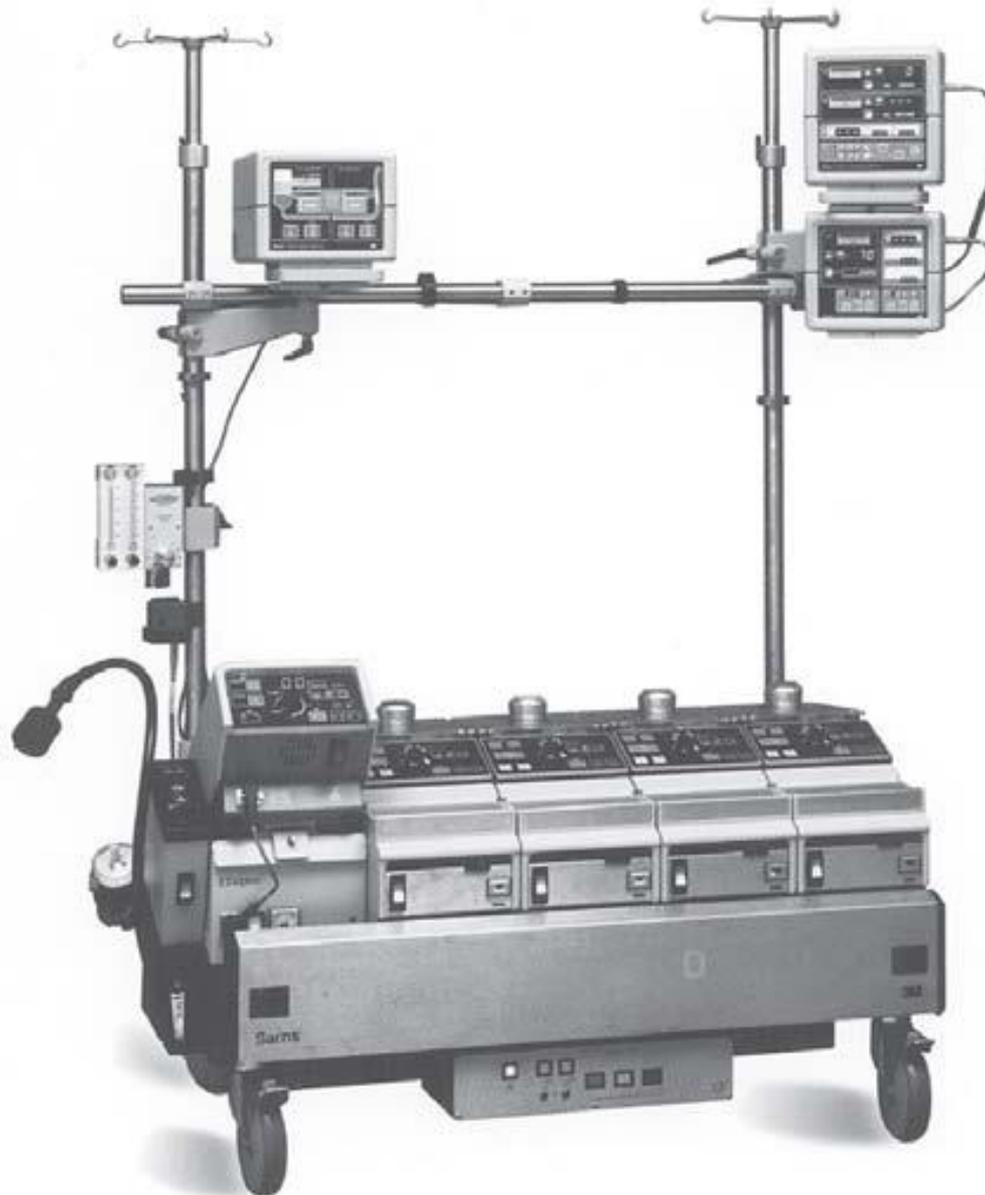
CIRCULAÇÃO NORMAL



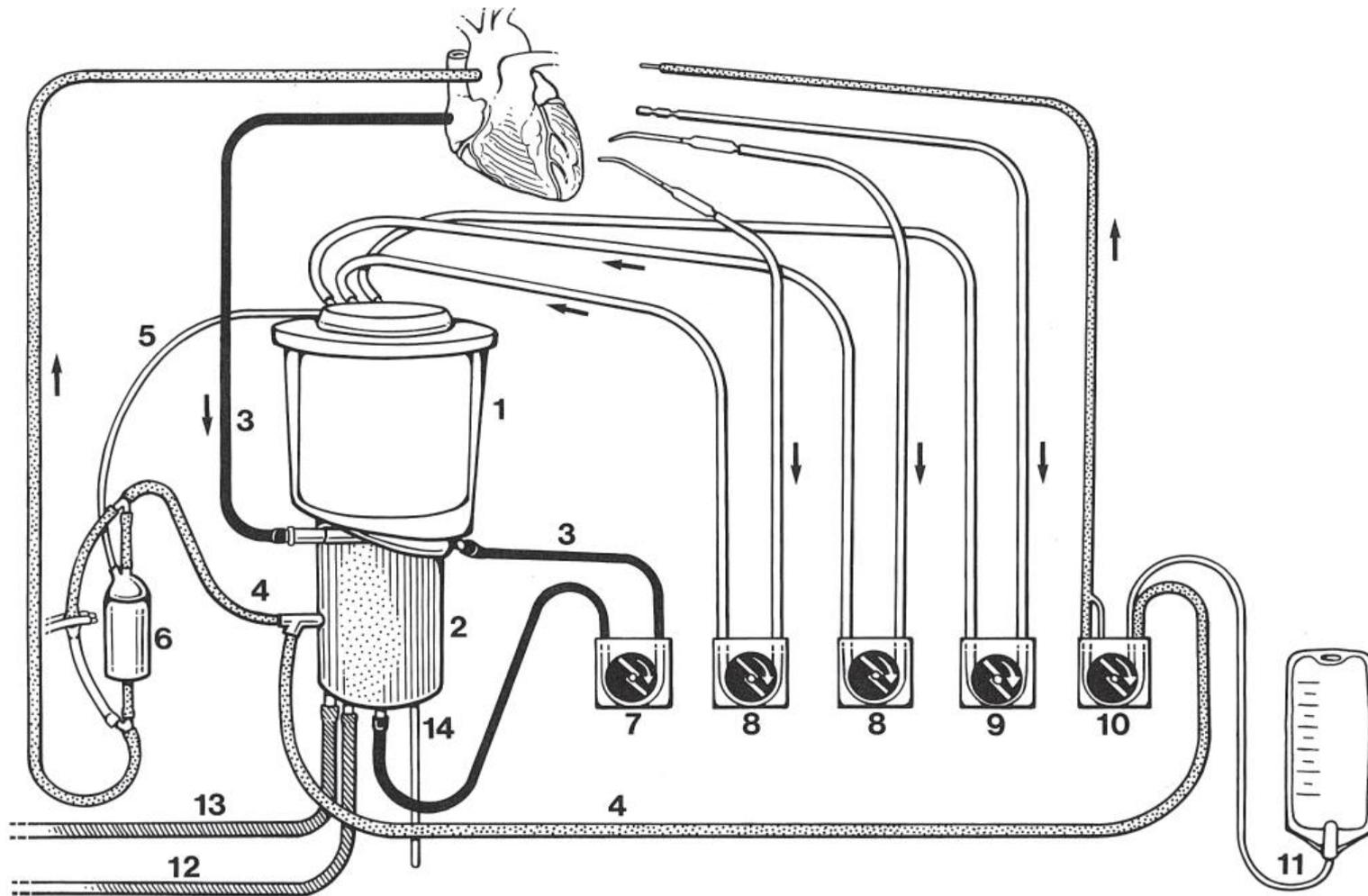
CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA



MÁQUINA CORAÇÃO-PULMÃO



CIRCUITO EXTRACORPÓREO

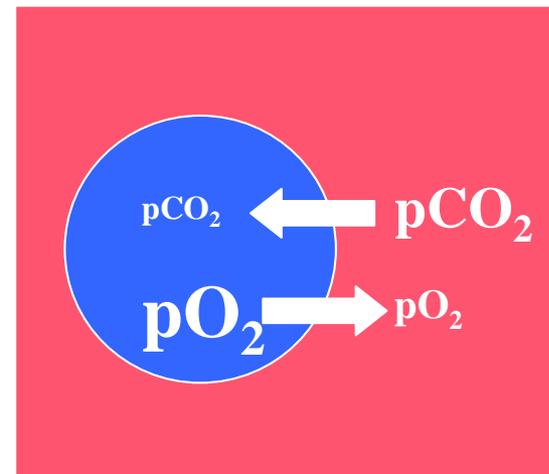
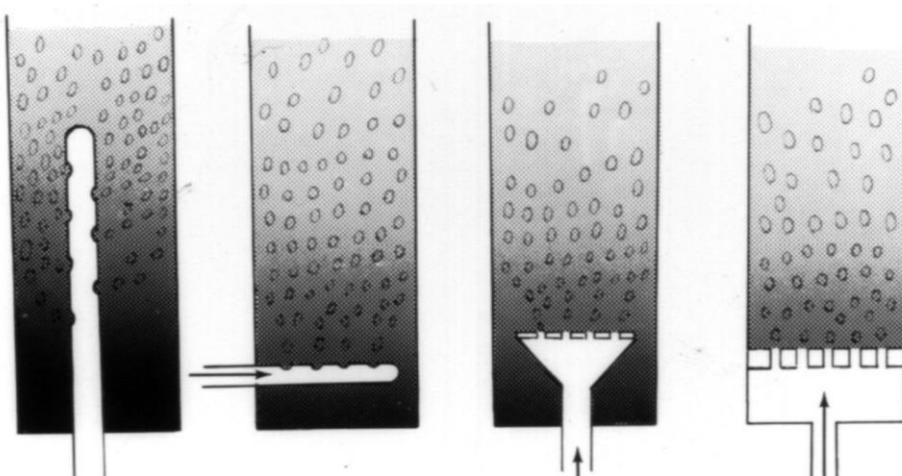


Esquema representativo do circuito básico da circulação extracorpórea com oxigenador de membranas: **1.** reservatório de cardiotomia integral; **2.** compartimento das membranas; **3.** linha venosa; **4.** linha arterial; **5.** expurgo do filtro da linha arterial; **6.** filtro arterial; **7.** bomba arterial; **8.** bombas aspiradoras; **9.** bomba de descompressão ventricular; **10.** bomba de cardioplegia; **11.** cardioplegia cristalóide; **12.** linha de entrada de água; **13.** linha de saída de água; **14.** linha de gás. (Davis RB et al. In Mora C. Cardiopulmonary bypass. Principles and techniques of extracorporeal circulation, 1995).

OXIGENADORES

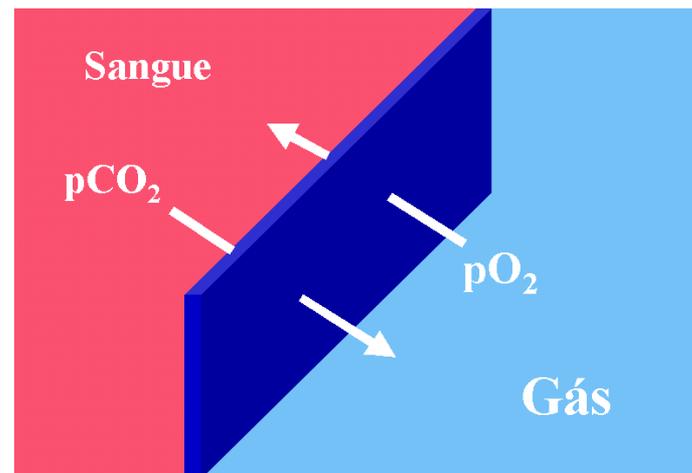
Oxigenadores de Bolha

- O oxigênio é dispersado no interior de uma coluna do sangue, em microjatos, que produzem bolhas. As trocas gasosas se processam na superfície das bolhas



Oxigenadores de Membrana

- ⊙ Existe uma membrana semipermeável que separa o sangue do oxigênio e as trocas gasosas são feitas por difusão dos gases através da membrana ou através de poros existentes nas membranas



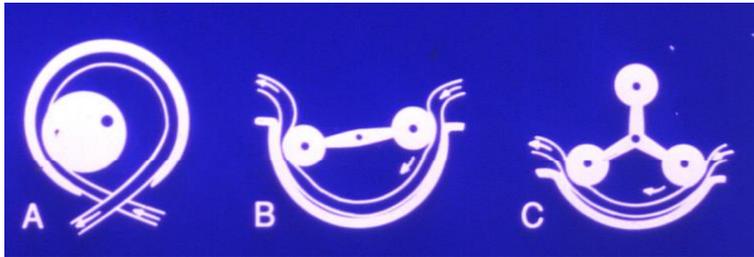


PERMUTADOR DE CALOR E HIPOTERMIA

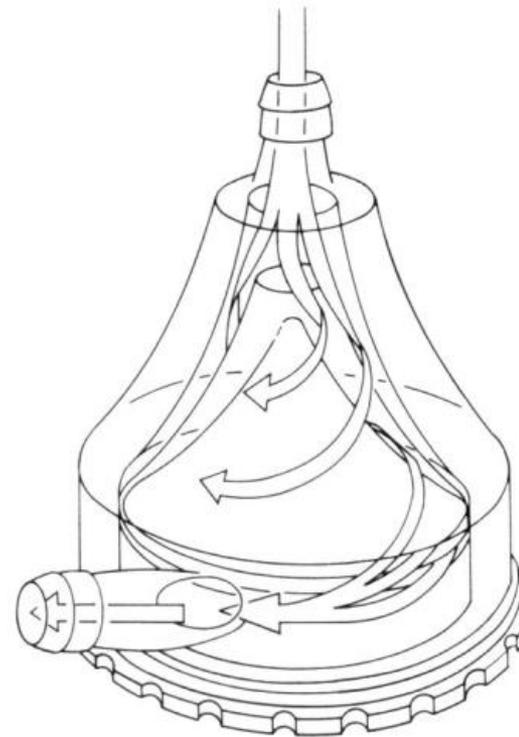
- ⦿ A hipotermia é induzida pela circulação de água gelada no permutador térmico do oxigenador até o paciente alcançar a temperatura desejada. A reversão da hipotermia, ou seja, o reaquecimento do paciente se obtém circulando água morna no permutador de calor.

BOMBAS PROPULSORAS

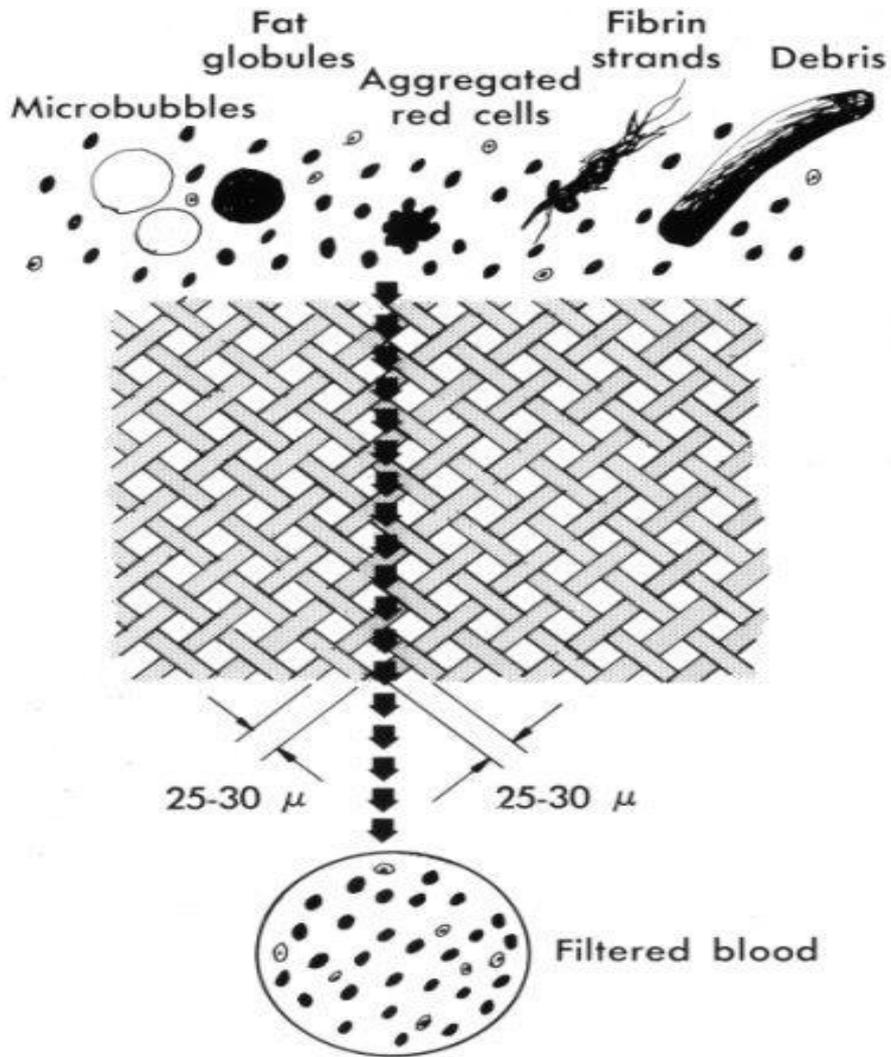
Bombas de Roletes



Bombas Centrífugas



FILTROS



VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS CONTROLÁVEIS

- ◉ PaO₂- 100 a 200 mmHg
- ◉ SvO₂ - > 60%
- ◉ PvO₂ - e 30 - 40mmHg
- ◉ Composição do perfusato/Hemodiluição:
 - Cristalóides : Sol. Ringer, Sol. Salina 0,9%, etc.
 - Colóides : plasma , gelatinas, hexa e penta-amidos.
 - Aditivos:
 - Sangue
 - Glicose, Albumina
 - Drogas - Furosemida, manitol, corticoesteróides

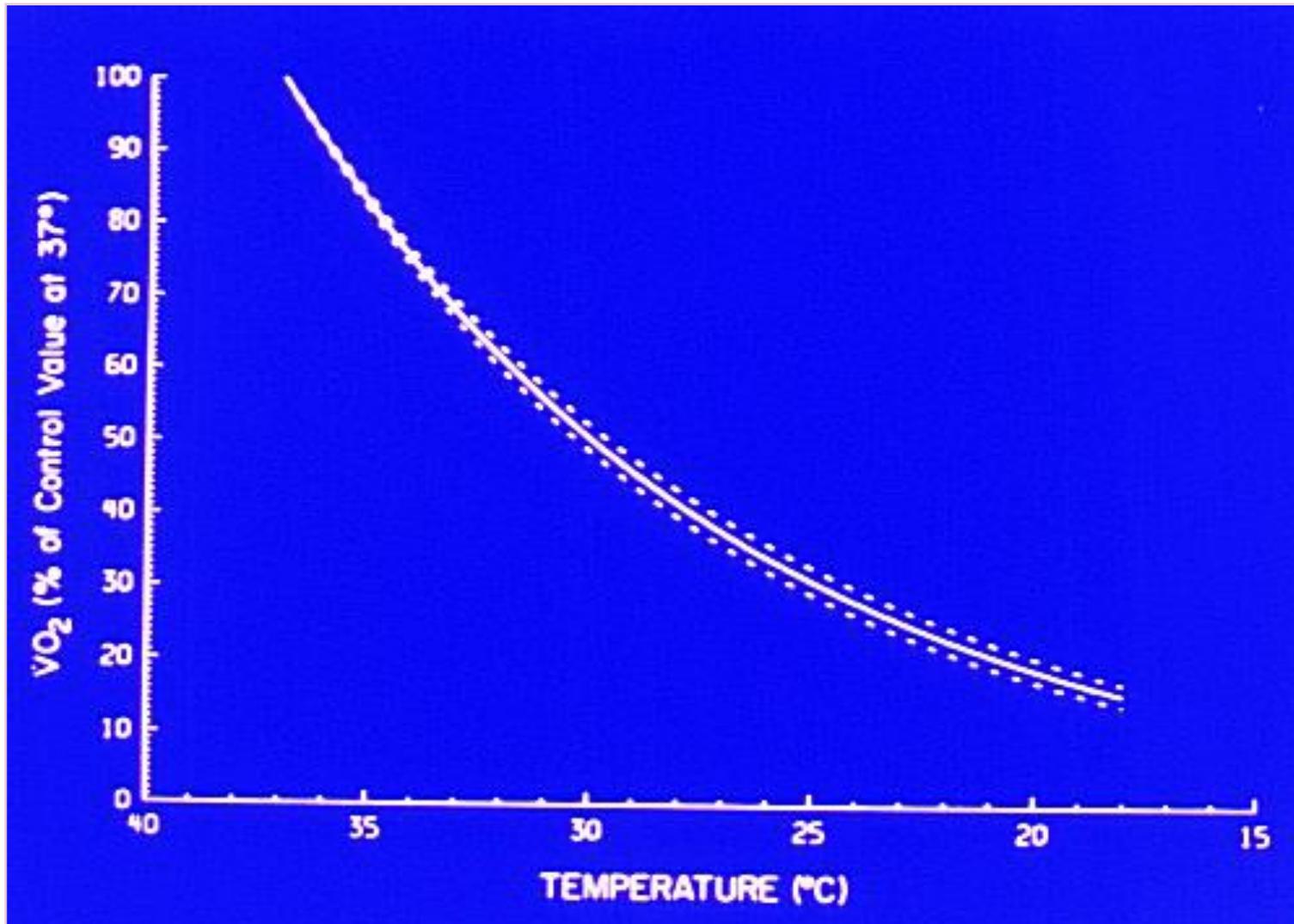
- ◎ **Tipo de fluxo arterial** - contínuo ou pulsátil
- ◎ **Pressão venosa central** < 10 cm H₂O ~ a 0 mmHg
- ◎ **Pressão venosa pulmonar** - ideal próximo a 0 mmHg
- ◎ **Hematócrito** - depende da temperatura sistêmica :
 - até 0°C - maior ou igual a 30%
 - abaixo de 25°C - 20% a 25%

MONITORIZAÇÃO

- ◉ **Pressão venosa central** - veia jugular interna ou subclávia
- ◉ **Pressão arterial (invasiva)** - Artéria radial ou femoral
- ◉ **Eletrocardiograma, oximetria de pulso**
- ◉ **Temperatura central** - esofágica ou orofaríngea ou retal
- ◉ **Débito urinário**
- ◉ **Coagulação** - tempo de coagulação ativado (T.C.A.)
- ◉ **Ácido-básico** - gasometria arterial e venosa
- ◉ **Metabólico** - Glicemia e outros quando necessários

HIPOTERMIA

- ⊙ **Definição** : temperatura corporal $< 35^{\circ}\text{C}$
- ⊙ **Hipotermia leve** - 35° a 32°C
- ⊙ **Hipotermia moderada** - 31°C a 26°C
- ⊙ **Hipotermia profunda** - $< 20^{\circ}\text{C}$
- ⊙ **Hipotermia severa** - 25° a 20°C



Vantagens

- ⊙ Protege os órgãos da isquemia
 - Fluxo inadequado, pane no circuito de CEC
- ⊙ Permite redução no fluxo sanguíneo sistêmico
 - Diminui o trauma mecânico aos elementos figurados do sangue
- ⊙ Permite redução do hematócrito
 - Diminui a necessidade de transfusões
 - Diminui o trauma aos elementos figurados do sangue

Desvantagens

- ⊙ Causa disfunção plaquetária;
- ⊙ Aumenta a viscosidade sanguínea;
- ⊙ A hemodiluição necessária pode interferir com os fatores da coagulação;
- ⊙ Desvio para a esquerda da curva de dissociação da Hb;
- ⊙ Pode provocar empilhamento de hemácias c/ estase microvascular;
- ⊙ Efeitos metabólicos adversos (Diminui atividade da ATPase da membrana celular, p.e).

SÍNDROME DA RESPOSTA INFLAMATÓRIA SISTÊMICA/SÍNDROME PÓS-PERFUSÃO

- ◉ A circulação extracorpórea é "interpretada" pelo organismo como um agente agressor e desencadeia uma série de reações. Dentre estas, a resposta inflamatória sistêmica do organismo (RISO) é a mais complexa e nociva.

Agente Agressor

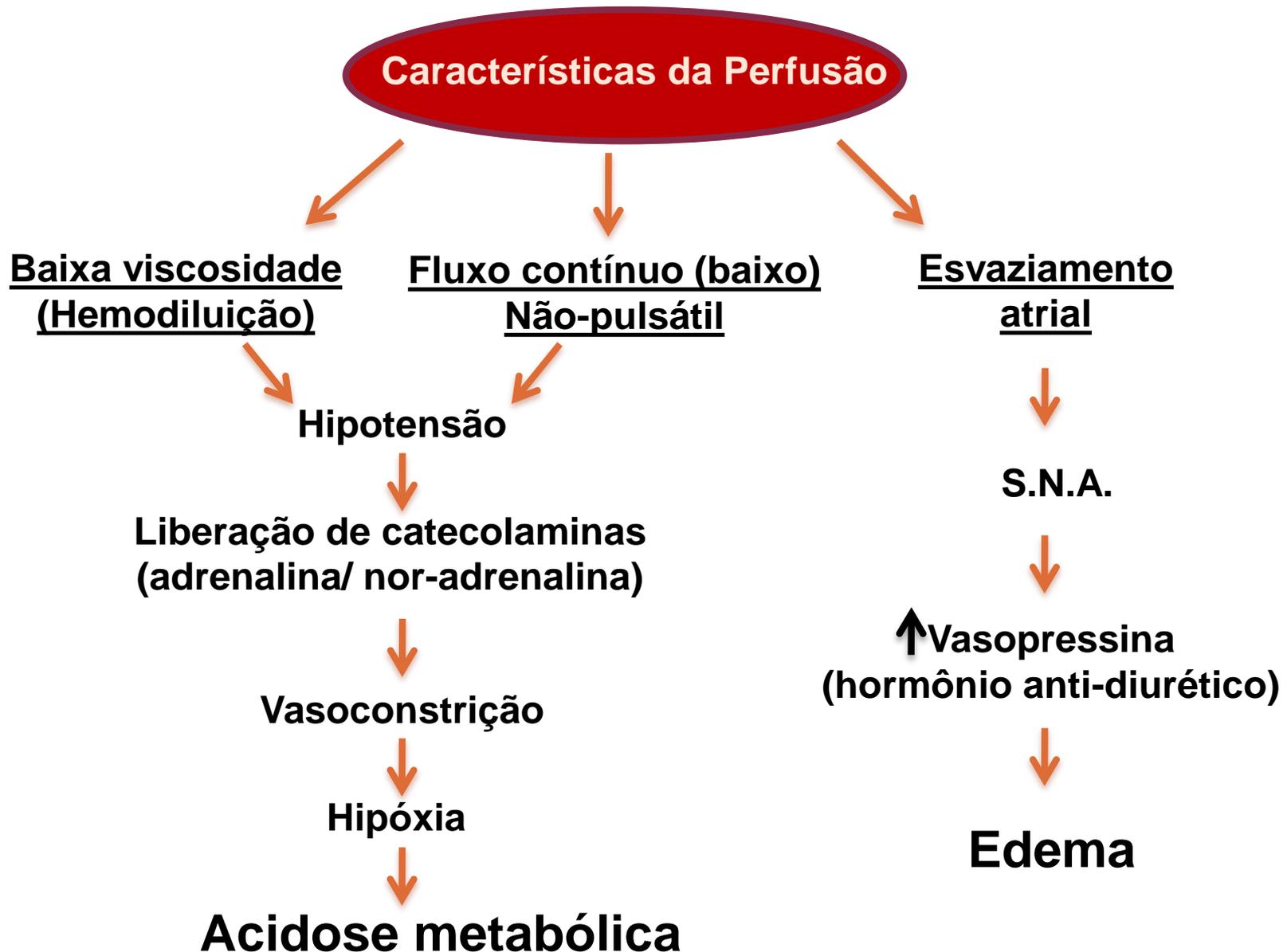
- ⦿ As principais características da circulação extracorpórea incluem a perfusão dos órgãos com fluxo contínuo, não pulsátil, o contato do sangue com superfícies estranhas, diferentes do endotélio vascular, no interior do oxigenador e dos circuitos, a hipotermia, a hemodiluição e a inibição do sistema de coagulação.

- ◉ O aparecimento de alterações do organismo deve-se à uma resposta ou reação inflamatória generalizada, desencadeada pela interação de diversos fenômenos, como a ativação do endotélio vascular, a ativação dos leucócitos e plaquetas e a ativação de diversos sistemas humorais (sistemas do complemento, da coagulação, a cascata fibrinolítica e o sistema das cininas ou da calicreína).

AGENTES PRODUTORES DA RISQ	
Elementos Celulares	Elementos Proteicos
endotélio	S. cininas
neutrófilos	S. coagulação
monócitos	S. fibrinolítico
linfócitos	S. complemento
plaquetas	

- ◉ A ação conjunta de todos esses fatores, ocorre imediatamente após o início da perfusão;
- ◉ A resposta do organismo é complexa e multifatorial. Inclui desvios da produção e liberação de hormônios, desvios metabólicos, eletrolíticos e imunológicos, aumento da permeabilidade do endotélio capilar, hemólise, liberação de toxinas e substâncias vasoativas potentes (vasoconstrição), retenção hídrica, febre, disfunção de diversos órgãos, como os pulmões, rins e cérebro e redução da capacidade de defesa humoral e celular (leucocitose), contra o desenvolvimento de infecções.

Fisiologia da Perfusão



O contato do sangue com as superfícies dos oxigenadores e circuitos, potencializado pela hipotermia, hemodiluição, heparina e o trauma ativa os sistemas proteicos, através do Fator Hageman ou Fator XII do sistema de coagulação. O fator XII ativado, por sua vez ativa os sistemas proteicos do plasma. Os elementos celulares ativados participam da sequência de reações que vão originar a RISO



PREVENÇÃO E TRATAMENTO

- ◉ Sob o ponto de vista prático, a resposta inflamatória do organismo à circulação extracorpórea pode apenas ser minimizada. Existem evidências que demonstram que nos pacientes com débito cardíaco adequado no pós-operatório imediato, os efeitos deletérios da perfusão são fugazes, provavelmente devido à rápida eliminação dos restos proteicos ativos, pelo organismo.

- ⦿ O tratamento depende da exteriorização clínica e dos órgãos mais afetados e se resume em manter a função cardíaca adequada, com apoio farmacológico ou mecânico, diuréticos, respiração mecânica prolongada, ultrafiltração para a remoção do excesso de líquidos no interstício e diálise peritoneal ou hemodiálise, quando a insuficiência renal é manifesta, além de ampla cobertura antibiótica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ◉ SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. **Fundamentos da circulação extracorpórea**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro editorial Alfa Rio, 2006.
- ◉ GALLETTI, P. M.; BRECHER, G. A. Introduction. In ____ - **Heart-Lung bypass: principles and techniques of extracorporeal circulation**. New York: Grune & Stratton, 1962.
- ◉ SOUZA, M. H. L. Estudo geral da circulação extracorpórea: bombas propulsoras e oxigenadores. In: ____ Introdução à circulação extracorpórea. Módulo teórico No. 1. **Soc. Bras. Circ. Extracorpórea**, Rio de Janeiro, 1985.
- ◉ CONCEIÇÃO, D. S.; GOMES, O.M. **Circulação extracorpórea**. São Paulo: Sarvier Ltda, 1973.
- ◉ GOMES, O. M.; CONCEIÇÃO, D. S. Aparelho coração pulmão artificial. In:____. **Circulação Extracorpórea**, 2.ed. Belo Horizonte, 1985.